



PLAN DE DEVELOPPEMENT ET DE VALORISATION DE LA FIGUE DE BARBARIE AU GOUVERNORAT DE KASSERINE





PREAMBULE

La Table Ronde Economique de Kasserine (TREKASS) est constituée dans le cadre d'un protocole d'accord entre le gouvernement de la République Tunisienne et le gouvernement de la Confédération Suisse relatif au programme suisse de soutien à la transition en Tunisie signé entre les deux parties et entré en vigueur en date du 22 juillet 2011 et restera en vigueur jusqu'au 31 décembre 2013.

La TREKASS a pour but de réunir les représentants du secteur privé, public et société civile, actifs dans le développement économique régional, pour identifier les obstacles au développement économique, de proposer et de soutenir des initiatives concrètes en vue de stimuler les activités et le développement économique de la région.

Dans ce cadre, La table ronde économique de Kasserine a approuvé un plan d'action qui était élaboré en collaboration avec les acteurs régionaux de Kasserine comportant les 4 champs d'action suivants :

- 1^{er} Champs d'action : Amélioration des services liés à l'Information et à la communication
- 2^{ème} Champs d'action : Amélioration des services liés à l'Accompagnement
- 3^{ème} Champs d'action : Renforcement de l'Education entrepreneuriale
- 4^{ème} Champs d'action : Coordination entre les structures

Cette étude lancée par le Centre d'Affaires de Kasserine en tant que secrétariat dans le cadre des activités de la table ronde économique de Kasserine et menée par le Centre Technique de l'Agro-alimentaire vise à élaborer un plan de développement et de valorisation de la figue de barbarie à Kasserine.

SOMMAIRE

0.Contexte de l'étude	8
A- DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ACTUELLE	9
A.I/Identification des zones de production	10
A.II/ L'exploitation actuelle de la figue de barbarie	13
1/ Investissement de la Tunisie dans la recherche	13
2/ Production/ collecte	14
3 /Transformation	15
4 / Commercialisation	16
5 / Exportation	16
6/ Cadre institutionnel, législatif et réglementaire	17
A.III/ Effort de Valorisation de la filière de figue de Barbarie en Tunisie	18
A.IV/ Identification des atouts et des contraintes de la filière de figue de Barbarie en Tunisie	21
1) Les Atouts	21
2) Les Contraintes	21
3) Les Perspectives de développement	21
4) Les recommandations	22
A.V / BENCHMARKING : Études de cas sur l'utilisation des agro-industriel des espèces d'Opuntia dans plusieurs pays	24
1) ARGENTINE	24
2) CHILI	25
3) Les ÉTATS-UNIS D' AMÉRIQUE	27
4) ETHIOPIE	29
5) L'ITALIE	30
6) MAROC	31
7) Mexique	33

8) AFRIQUE DU SUD	35
9) AUTRES PAYS	37
A.VI/ MARCHE MONDIAL DE FIGUE DE BARBARIE	39
B/ GENERALITES SUR LA VALORISATION INDUSTRIELLE DE FIGUE DE BARBARIE	39
B.I/ GENERALITES SUR LE FIGUIER DE BARBARIE	40
1) Aspect nutritionnel	40
B.II/ EVOLUTION DE L'UTILISATION DE LA FIGUE DE BARBARIE	41
1) Utilisation dans le domaine alimentaire	42
2) Utilisation pour la teinture	43
3) Utilisation dans le domaine cosmétologique	43
4) Utilisation dans le domaine médical	44
5) Utilisation pour l'environnement	46
6) La valorisation du figue de Barbarie en Alimentation animale	47
C / UTILISATION ET VALORISATION AGRO-INDUSTRIELLE DE FIGUE DE BARBARIE	50
C.I / COMPOSITION CHIMIQUE ET CARACTERISTIQUES D'OPUNTIA FICUS INDICA	51
1) Caractéristiques générales des espèces	51
2) Composition chimique à divers états physiologiques des différents parties de la plante	51
a) Le Fruit de figue de Barbarie	51
b) Les raquettes (Les cladodes)	56
c) Fleurs	57
3/ Les valeurs nutritionnelles et les propriétés fonctionnelles des Fruits et raquettes de figue de Barbarie	57
a) Les valeurs nutritives des Fruits et des raquettes	57
b) Les propriétés fonctionnelles de Fruits et raquettes de figue de Barbarie	57
c) Les Caractéristiques technologiques et de transformation	61
4/ Les Utilisations potentielles de figue de Barbarie	63
C.II / Utilisation des Fruits de Figue de Barbarie dans les produits alimentaires	72
1) Systèmes de conservation des aliments	72

2) Description des produits à base des fruits de figue de Barbarie	75
a) Les fruits frais conditionnés	77
b) Jus , boissons et concentrés	80
c) Les produits congelés	85
d) Produits déshydratés et de confiserie	86
e) Confitures et gels	88
f) Les produits fermentés	90
3) Qualité et sécurité	93
4) Marketing et commercialisation des produits	94
C.III/ L'utilisation de cladodes dans les produits alimentaires	96
1) Description des types de produits	96
2) Les Raquettes peu transformés	97
3) Jus et boissons de cladodes	102
4) Confitures et confiseries	102
5) Nopalitos en saumure et nopalitos marinés (semi-conserve)	105
6) Les farines de cladodes de figue de Barbarie	108
7) Qualité et sécurité	112
8) Marketing: état des lieux et perspectives pour les produits	113
C.IV/ La production alimentaire à petite échelle destinée à la consommation humaine	115
1) Description des produits	115
2) Exigences techniques	116
a) Les Matières premières	116
b) Les Equipements	119
c) Les Aménagements	122
d) Les utilités et services	123
e) Labeur et travail	124
f) Fond de roulement	126
3) Pré-traitement	127
4) L'élimination des épines	129
5) Le triage et le lavage	131
6) Traitement et Transformation de fruit de figue de Barbarie	133
a) Confitures de figue de Barbarie	134
b) Jus de fruits, sirops et nectars	136
c) Edulcorants	141
d) Feuilles déshydratées	144
e) Les Pulpes congelées	147
f) Huile de graines de figue de barbarie	149
7) Traitement et Transformation de cladode	153

a) Les Confitures de claudes de figue de Barbarie	153
b) Produits confits : Confiseries	157
c) Les Nopalitos marinés ou en saumure	161
d) Jus de cladode	164
8) Remplissage , emballage et stockage	170
9) Qualité et sécurité des produits	172
10) Marketing	176
C.V / La production industrielle des produits non alimentaires	179
1) Description des produits	179
2) Exigences techniques	181
3) Les Colorants de cochenille	181
4) Les compléments alimentaires	187
5)Colorants de figue de Barbarie	187
6) Hydrocolloïdes (mucilage)	189
7) Autres produits prometteurs	192
8) conditionnement	192
9) Qualité	193
10) Marketing	194
11) Aspects économiques	195
C.VI/ Production de bioénergie et des engrais de raquettes de figue de Barbarie	197
1) Manipulation et stockage	199
2) Utilisation comme Bio-combustible	199
3) La production de biogaz	200
4) L'utilisation de résidus pour VERMICULT URE et engrais	201
5) Aspects économiques	204

D/ LES FICHES PROJETS	206
ANNEXES	266

0. Contexte de l'étude

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'amélioration des potentialités du monde rural et de la promotion de la situation socio-économique de la région de Kasserine, constitue un appui supplémentaire à l'approche de développement intégré et continue des zones arides et semi-arides comme celle de Kasserine.

cette étude s'inscrit dans le cadre de recherche de perspectives de valorisations Agro-industrielles afin de mettre au point certains avantages de cette culture : au niveau agro-industriel, alimentaire, médicinal et cosmétique et de s'arrêter sur les derniers acquis scientifiques, techniques et économiques de ce produit prometteur.

Cette étude permet d'exposer les perspectives d'avenir de cette plante miracle tout en soulignant la compatibilité de la culture du cactus avec la conjoncture actuelle dominée par le concept du développement intégré et durable en insistant en même temps sur les axes principaux de la politique du Gouvernement, visant l'augmentation des potentialités du milieu rural et ce à travers l'adaptation de l'agriculture, l'introduction de nouvelles activités économiques complémentaires, ainsi que le choix des cultures résistantes au stress hydrique et tolérantes aux sols pauvres.

Le développement des régions défavorisées et malgré les efforts fournis reste en deçà des espoirs. Ceci est dû à plusieurs contraintes et préoccupations ainsi qu'aux disparités entre les zones au sein de la même région ; chose qui entrave l'instauration d'un développement équilibré. D'autre part, les défis économiques que nous impose la mondialisation, nécessitent, la mobilisation de tous les moyens efficaces. A ce niveau, la culture du cactus et sa valorisation industrielle est considérée comme l'une de ces remarquables solutions grâce à sa conduite simple et moins exigeante, sa rentabilité économique et les larges possibilités qu'elle offre dans le domaine de l'agro-industrie.

La région de Kasserine, qui est effectivement une zone de grands défis et qui peut devenir leader dans plusieurs secteurs vitaux avec une superficie de 60 000 ha réservée à la production de figues de Barbarie représentant 20% de la production nationale, peut offrir aujourd'hui, le cadre favorable et adéquat pour l'expérience de la culture et l'exploitation du cactus dans le but d'ouvrir de nouveaux horizons à la promotion de cette culture prodigieuse que ce soit dans la région de Kasserine aussi bien que dans les régions limitrophes et présentant les mêmes caractéristiques. Et nous espérons qu'il fera l'objet d'une attention particulière dans la politique de développement nationale, à l'instar, d'un certain nombre de pays comme le Mexique, l'Italie et l'Afrique du sud.

Les industries de transformation du cactus ont connu un progrès considérable dans certains pays comme : le Mexique, l'Italie et l'Afrique du sud, où la production du cactus est exploitée dans le domaine : médicinale, alimentaire et cosmétique.

A- DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ACTUELLE

A. I/ Identification des zones de production

En Tunisie, la plante prolifère autant dans les moyens plateaux de Kasserine et du Nord-Ouest que dans les plaines et les vallées du Cap Bon ou du Kairouan. Le figuier de Barbarie est caractérisé par sa prodigieuse et spectaculaire force d'expansion . Toutefois, c'est dans la région de Thala et plus précisément à Zelfene qu'elle s'épanouit le mieux. Les rendements en fruits sont plus élevés dans les zones irriguées.

Le figuier de Barbarie inerme concurrence même la variété épineuse. Toutefois, les fruits de contre-saison proviennent de Grombalia (Cap Bon) qui possède les meilleures plantations du genre. La production y prend d'ailleurs un caractère intensif avec apport de fertilisant, travail de sol et irrigation d'appoint.

La récolte du fruit est échelonnée sur une période de 7 mois; depuis Juin jusqu'à Décembre. Les figues de Barbarie sont ainsi disponibles sur les marchés à partir de Juin-Juillet jusqu'à Décembre-Janvier. La figue de Barbarie est exportée principalement fraîche, séchée ou conservée.

Dans le gouvernorat de Kasserine, le niveau de développement de la région et le caractère plutôt agricole de son économie font que la majorité de la population vit directement aux dépens du milieu physique (cultures en sec ou en irriguées, parcours etc.). Les plaines et les plateaux s'enchevêtrent entre de multiples alignements montagneux qui s'organisent en minichaînes d'orientation NE-SO et qui s'abaissent régulièrement vers le Nord-est.

La répartition des superficies agricoles selon le statut juridique des sols se présente approximativement ainsi (année 2005):

- * Terres collectives 591 000 ha 71,55%.
- * Forêts publics 151 000 ha 5,30 %
- * Terres Hebouss 8 677 ha 1,05 %
- * Terres domaniales 33 490 ha 4,05 %.

Les délégations du nord du gouvernorat de Kasserine bénéficient d'une qualité des sols favorables aux cultures céréalières alors que celles du sud possèdent des sols aptes aux

parcours tandis que, les délégations de l'Est du gouvernorat sont plutôt propices à l'arboriculture.

Spéculation	Kasserine Nord	Feriana	Sbiba	Sbeitla	Thala	Haidra	Foussana	Kasserine
Arboriculture	1815	9574	15650	41752,5	6845		4887,5	2285
Cultures annuelles	1800		2567,5		32562,5	15562,5		930
Cultures annuelles et arboricoles	1302,5			1372,5		6595	13300,5	40752,5
Parcours	445	23773,5	7690				6510	

(Source : Arrondissement des Ressources en Sols, CRDA de Kasserine)

Tableau 1 : Aptitudes des sols par délégation dans le gouvernorat de Kasserine (LADA, 2007)

Selon le tableau ci-dessus, l'occupation des sols se révèle dominée par les grandes cultures et l'arboriculture qui occupent ensemble près de 62 % des terres agricoles du Gouvernorat. Il est à signaler que l'alfa occupe une superficie de 186 000 ha qui représentent près de 23% des terres dans le Gouvernorat cependant les forêts occupent une superficie de 151 000 ha soit 20 % des surfaces utiles et constituent une composante très importante du paysage naturel du Gouvernorat.

La surface agricole utile est estimée à environ 777 mille ha dont 360 mille ha sont labourables. Ces espaces ont été valorisés pour la plantation des oliviers, arboriculture, céréaliculture outre l'implantation des périmètres irrigués.

La répartition de l'agriculture en ha se présente comme suit : (source: Direction régionale de Kasserine) :

	Terres cultivables	Zones irriguées	Forêts	Parcours	Oléiculture	Arboriculture
Surface (ha)	360 000	27 700	151 000	80 000	78 600	140 000

La végétation des forêts est constituée essentiellement de romarin, pin d'Alep, de chêne vert et de genévrier. Ces forêts sont constituées pour environ 104 000 ha de forêts denses, 17 000 ha de forêts moyennement denses et de 30 000 ha dégradées. Les forêts sont utilisées pour la production de bois, le pâturage, le pin et l'extraction des huiles essentielles.

Par ailleurs, le secteur agricole a connu une évolution considérable suite à l'expansion des zones irriguées et au développement et à la diversification de la production agricole principalement dans les légumes, les arbres fruitiers et cultures tardives et saisonnières.

Quant au figuier de Barbarie, la surface réservée à la production se révèle être très dispersée sur le territoire national, les statistiques officielles et les informations sur les superficies plantées, les quantités et leur utilisation sont soit absentes soit non fiables.

En Tunisie, 400 000 à 500 000 ha sont cultivés de figues de barbarie. Dans la région de Kasserine, la culture du figuier de Barbarie est la mieux structurée et occupe 82 775 ha qui représente 11 % des terres du Gouvernorat et 16,5% de la superficie nationale, pourtant 58% de cette superficie est seulement exploitée. La délégation de Zelfene compte à elle seule 20 000 ha de plantations commerciales réservées à la production de fruits de figues de Barbarie. La production de fruit du figuier de barbarie atteint 162 500 tonnes dont une grande partie n'est pas récoltée.

Dans le gouvernorat de Kasserine, les variétés inermes représentent 80.5 % soit 66 000 ha des plantations et sont principalement utilisées pour la production de fruit et du fourrage tandis que les variétés épineuses qui représente 20% de la superficie sont principalement utilisées pour la protection des parcelles.

La production totale de fruits de figue de Barbarie est estimée à 160 000 tonnes dont le variété inerme représente 100 000 tonnes soit 62.5 % de la production annuelle du gouvernorat.

Les principales zones de production sont :

	Thala	Foussana	Hassi El Ferid	Majel bel-Abbes	Zone de Zelfene
Superficie (ha)	5 700	2 300	9 000	5 000	20 000

Ainsi, la région la plus productive et la mieux structurée n'est autre que celle de Zelfene (20 000 ha représentant 47% de la superficie du gouvernorat); les plantations y sont soit irriguées soit profitent d'une irrigation d'appoint. Les rendements en fruits varient de 1,5 à 3,5 t/ha pour les variétés inermes et de 3 à 6 t/ha pour les variétés épineuses. La production de la région de Zelfene représente 32,5% des fruits du gouvernorat de Kasserine, la plupart de cette production (87,2%) est vendue en dehors du gouvernorat en raison de la qualité du fruit (*source: CRDA Kasserine*).

Les rendements varient énormément en fonction de facteurs écologiques et des pratiques culturales apportées. En ce qui concerne la variété *O. ficus-indica f. inermis* la production de fourrage de, les rendements varient de 60 à 80 tonnes de matière fraîche de cladodes par hectare et par an sous précipitation moyenne annuelle de 400-600 mm qui ont été relevés à plusieurs reprises dans divers pays, sous culture semi-intensive et sans engrais. Par contre, sous culture intensive moyennant l'utilisation d'engrais, les rendements peuvent atteindre le double et le triple de ces valeurs. Le programme de fertilisation de base initial se compose généralement de 50-100 kg P₂O₅ et N par hectare, suivi par une fertilisation annuelle de 30-50 kg N. Ces programmes de fertilisation sont efficaces dans la zone semi-aride et permettent d'atteindre des rendements plus élevés comparé aux champs non traités (un rapport de 2 à 3 fois). La production de fourrage réagit fortement à l'azote tandis que la production de fruits répond mieux à un apport de phosphore. La réponse à la fertilisation est également forte dans la zone aride, même sous une pluviométrie moyenne annuelle de 200 mm.

A.II/ L'exploitation actuelle de la figue de barbarie

1/ Investissement de la Tunisie dans la recherche

La Tunisie a été pionnière dans le secteur du cactus, utilisé dès la fin des années 80 pour étoffer les cultures fourragères et lutter contre l'érosion et la désertification du territoire. Elle a su très tôt s'inspirer des pays qui ont une grande expérience dans ce domaine, comme l'Italie, le Mexique et le Chili, en créant des partenariats de réflexion et de partage de savoir-faire.

Planté de manière systématique dans le cadre de la stratégie nationale d'amélioration pastorale démarrée en 1990, le figuier de barbarie y occupe à ce jour quelque 600 000 hectares de terrain, en particulier dans les régions du cap Bon, de Kasserine et de Gafsa. Le gouvernement impulse la création d'exploitations pilotes tout en encourageant les petits agriculteurs à pratiquer la production d'arrière-saison et la production de produits biologiques.

En Tunisie, comme pour les autres pays du Maghreb, les espèces de cactus les plus répandues sont : l'Opuntia Ficus indica, l'Opuntia dillenii, l'Opuntia vulgaris et l'Opuntia compressa.

Pendant plusieurs décennies, la culture du figuier de barbarie est réalisée pour des usages traditionnels comme haies de délimitation, pour lutter contre l'érosion, pour amélioration des périmètres pastorales ou bien pour la consommation de ses fruits en frais ou séchés.

Récemment , dans certains pays comme le Mexique, l'Italie et l'Afrique du sud, le figuier de barbarie est cultivé sur des surfaces considérables pour des fins industrielles.

Conscients de la diversité des richesses qu'offre cette plante, de l'agroalimentaire à la médecine en passant par la cosmétique, le ministère de la Recherche tunisien et les laboratoires de l'Institut national de la recherche agronomique de Tunisie (Inrat) a commencé à travailler à l'amélioration génétique de la plante avec l'objectif de multiplier par dix la récolte et d'atteindre une meilleure qualité à l'exportation. Une importante action est également mise en œuvre pour améliorer le conditionnement du produit.

2/ Production/ collecte

A Kasserine, le figuier de Barbarie est cultivé principalement pour la production de fruits et du fourrage. La culture du figuier de Barbarie est actuellement pratiquée de façon intensive, la production de fruits reste cependant l'aspect le plus recherché et le plus développé.

selon la destination et l'utilisation du fruit de figue de Barbarie, deux circuits de culture et de récolte ont été identifiés pour la région de Kasserine :

Circuit 1 : d'utilisation industrielle, où les transformateurs de figue de barbarie s'approvisionnent moyennant des contrats chez les agriculteurs ce qui permet de

préservé les zones agricoles certifiées bio nécessaires à la production des produits destinés vers les marchés à haute valeur ajoutée.

Le mouvement de l'agriculture biologique, en Tunisie, a démarré au cours des années 80 par des initiatives privées et a connu un développement lent jusqu'aux années 1997-1998.

Ensuite, une stratégie nationale en la matière a été mise en place et elle est basée sur plusieurs volets : réglementation, recherche, formation, vulgarisation, organisation, structure et encouragement. Ceci a contribué à un bon développement et un essor important du secteur.

L'exploitation et la culture biologique de figue de barbarie a pris de de l'ampleur et on compte jusqu'à l'année 2013 23 opérateurs biologiques répartis sur les gouvernorats comme suit : Zaghouan (04), Sousse et Sfax (03), Kasserine, Kairouan, Siliana et Sidi Bouzid (02) et Jendouba, Nabeul, Kef, Ben Arous et Monastir (01) (CTBA, 2013).

Circuit 2 : De la production des fruits frais où la culture du figuier se fait par des agriculteurs qui font appel à des cueilleurs afin de les vendre à des transformateurs ou exportateurs (essentiellement entrepôts pour le conditionnement et la conservation) ou pour leur commercialisation sur le marché national d'une manière traditionnelle (dans des chariots dans les rues).

A ce jour, on compte 07 entrepôts pour le conditionnement et la conservation de fruits et une seule entreprise industrielle opérant dans la transformation de figue de barbarie NOPAL TUNISIE et ce, malgré la richesse de la zone de Kasserine en figuier qui, en plus du conditionnement de fruits, elle procède à la préparation du jus et à l'extraction de l'huile de pépins, cette société est en stade de développement pour des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle sous forme de prototypes.

3 /Transformation

La figue de barbarie est exportée sous forme frais (fruit), séchée (graines, cladode) ou sous forme d'extraits (huile de pépins, jus). Kasserine dispose actuellement d'une seule unité de transformation créée en 2007 (NOPAL) qui dispose de technologie simple pour l'extraction d'huile et de séchage.

En effet, l'extraction des huiles de pépins se fait par une presse à froid avec un rendement de 3 %.

Pour le process de séchage, la transformation reste dans la majorité des cas traditionnelle avec un séchage au soleil ou à l'ombre.

Ces technologies ont l'avantage d'être peu coûteuses et techniquement faciles à manipuler, mais elles souffrent de nombreuses faiblesses :

- Le chauffage peut créer une dégradation thermique des constituants du végétal ;
- La durée d'extraction de l'huile de pépins est trop longue ce qui se traduit par une consommation d'énergie élevée ;
- Le rendement en huile obtenue est inférieur à celui des unités modernes.

4 / Commercialisation

L'industrialisation de la filière de figue de barbarie est fortement réduite. On trouve :

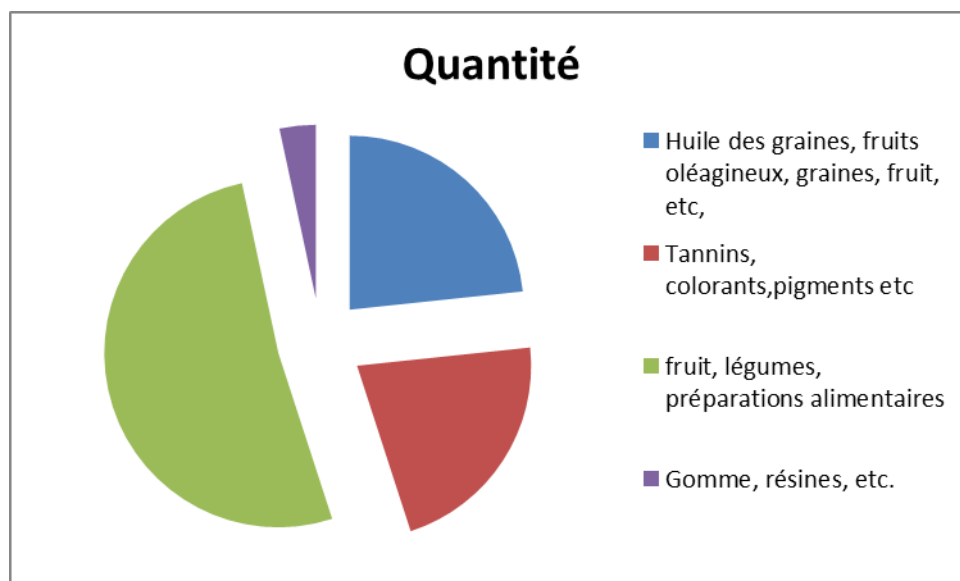
- Une seule entreprise Nopal Tunisie spécialisée dans la valorisation de figue de barbarie en intrants diversifiés (poudre de graine, poudre de fleurs, poudre de cladodes, huile de graines) et en produits finis principalement dans le secteur d'agro-alimentaire (jus, fruit conditionné,...), ce développement intègre toute la chaîne de valeur depuis la culture biologique jusqu'à la commercialisation.
- Des sociétés spécialisées dans la commercialisation des fruits tels que les entrepôts pour le conditionnement et la conservation de fruits.

Le marché local est loin d'être négligeable. Cependant, la production de figue de barbarie connaît de multiples difficultés dues notamment à la prédominance du secteur informel et au manque d'organisation des circuits de production, de distribution et de commercialisation.

D'une manière générale, la structure du commerce et des réseaux de distribution de figue de barbarie demeurent traditionnels et archaïques à l'image des techniques d'exploitations pratiquées dans la région. La négociation est souvent exercée par des commerçants. L'activité se résume au ramassage et à la vente gré à gré. L'expédition des matières premières brutes se fait soit vers les entrepôts de conditionnement pour leur exportation à l'étranger soit aux marchés commerciaux locaux.

5 / Exportation

La variété des ingrédients naturels exportés par la Tunisie est illustrée ci-dessous :



Valeur exportée des ingrédients naturels par la Tunisie en 100 USD (Source : Commerce international 2012)

Afin de soutenir le développement commercial du secteur de la figue de barbarie il faut encourager l'organisation des manifestations aux niveaux national, régional et international regroupant les acheteurs et les vendeurs.

6/ Cadre institutionnel, législatif et réglementaire

La filière de figue de barbarie souffre de manque d'organisations nationales qui défendent la durabilité et la rentabilité du secteur, et pourraient jouer un rôle de levier pour les économies rurales en améliorant les revenus des populations des sites de culture, production et d'exploitation.

La filière de la figue de barbarie ne figure pas dans l'union régional de l'agriculture . Aucune forme d'organisation professionnelle n'est présente au niveau régional qui regroupe les adhérents locaux (agriculteurs, transformateurs, commerçants..).

Kasserine ne fait pas partie de TUNISIA EXPORT NETWORK qui regroupe 8 chambres de commerce et d'industries régionales, il est nécessaire de générer des opportunités d'affaires pour les entreprises à travers la signature d'une convention avec le centre de promotion des exportations CEPEX.

Le gouvernorat de Kasserine est classé comme zone de développement régional prioritaire. Elle bénéficie des avantages spécifiques accordés par l'Etat au titre du développement régional :

- Prime d'investissement : 25% de l'investissement global, fonds de roulement inclus avec un plafond de 1.500.000 DT. Pour les nouveaux promoteurs cette prime est de 30% avec un plafond de 2.000.000 DT.

- Prime au titre de la participation de l'Etat aux dépenses d'infrastructure : 85% des montants engagés par l'entreprise.

Prise en charge de la cotisation patronale au régime légal de la sécurité sociale (CNSS) : la prise en charge par l'Etat de cette contribution pendant les dix premières années à partir de la date d'entrée en activité effective.

A.III/ Effort de Valorisation de la filière de figue de Barbarie en Tunisie :

Les institutions tunisiennes sont convaincues de l'important potentiel du cactus qui transfigurera, à terme, l'économie d'une région entière, avec la création d'une zone d'activités dédiée à la transformation des produits du cactus ou "Cactopôle".

Favoriser de meilleures conditions de production, de récolte et de commercialisation du fruit de cactus et explorer toutes les voies pour la valorisation de cette plante pour en faire un levier de développement local en zones rurales de la Tunisie, tel est le pari que tente de relever les institutions et les organisations relevant des ministères de l'agriculture et de l'industrie à travers des ambitieux programmes, dont les résultats semblent prometteurs.

Les différents programmes de valorisation de cette plante, menée avec d'autres partenaires, révèlent l'importance du potentiel de production qui pourrait servir incontestablement de sources pour de nombreuses activités génératrices d'emplois et de revenus pour la population locale.

Un véritable développement de la filière doit passer d'abord par le développement des conditions de la récolte et de la commercialisation du fruit frais, dont les deux variétés locales, épineuses et inermes, sont particulièrement goûteuses et peuvent être exploitées sur près de six mois, avec un potentiel de production de près de cinq cent mille tonnes.

A cet effet, des premières stations de conditionnement du fruit frais doivent démarrer leurs activités, drainant ainsi des productions que ce Programme ainsi que d'autres tels que le projet PAMPAT peuvent être rendue possible.

Ces stations de conditionnement peuvent jouer le rôle fédérateur des différents acteurs de la filière, producteurs, collecteurs, transporteurs, tout en apportant une grande plus value qui ouvre des perspectives de commercialisation prometteuses.

Les projets de valorisation de figue de barbarie doivent être pensés, réfléchis et réalisés dans une optique d'intégration.

Ainsi, autour des unités de conditionnement viendront se greffer à terme différentes unités de valorisation qui utiliseront la production comme les écarts de triage de la station ou les sous produits.

Ces unités de valorisation diverses agrégées en un seul site dédié spécifiquement à la filière du cactus, formeront la matrice d'un pôle de compétences et de compétitivité, générant des emplois directs et indirects qui se chiffreront en milliers, voire en millions d'hommes et jour de travail par an.

L'ambition de ces projets est de parvenir à créer un Cactopole de Kasserine, véritable quartier industriel en zone rurale autour de la production et de la valorisation du cactus, qui soit respectueux des normes environnementales avec une ambition zéro déchet.

Ce pôle devrait occuper, à moyen terme, une superficie de 25 Ha, sur un emplacement stratégique au bord de la route à une dizaine de kilomètres au sud ouest de Kasserine, bénéficiant d'un accès aisé aux principaux réseaux d'infrastructures.

Cette localisation met en relief un centre de gravité qui permettra à la production de cactus de quatre provinces (plus de 60.000 Ha) de converger vers une zone de valorisation moderne.

En menant ce programme novateur de valorisation du Cactus, ces projets restent fidèles à la vision de valorisation des potentialités naturelles, de dynamisation de l'économie sociale et de consolidation des spécificités identitaires de la région et des habitants.

Le Figuier de barbarie, seule plante à s'accommoder des conditions climatiques arides du Sud, possède de nombreux atouts, allant des fruits frais, à valoriser dans un cadre "Bio", aux technologies high-tech d'extraction de molécules utiles pour la diététique et la cosmétique, et passant par une multitude de produits de terroir à haute valeur ajoutée.

Pour évoluer en pôle d'excellence compétitif à l'échelle nationale et internationale, ce potentiel devra bénéficier d'un appui considérable en termes de recherches et développement mais il aura surtout besoin du soutien incondtionnel des collectivités territoriales concernées.

Une station de conditionnement de fruit frais , et des coopératives (ou des unités) de transformation produisant confiture, nectar, filet de raquettes et huile de pépins de figues de Barbaire.

le cactus représente une ressource fourragère de premier ordre depuis plusieurs siècles et avec plus de soixante mille hectares situés dans un rayon de moins de cent kilomètres autour de Kassderine, on peut véritablement parler et de taxer ce produit d'or vert.

Aujourd'hui, les figues de barbarie sont un fruit de saison, et de saison courte. L'effort de valorisation vise l'étalement de la consommation dans le temps, notamment par la transformation des fruits en conserves.

Une autre piste majeure de valorisation est d'optimiser la quantité de fruits frais du figuier de barbarie, consommée durant la saison.

L'enjeu est énorme: plus de 600.000 tonnes de fruits sont produits dans la région, dont près de 90% périssent sur pied, faute de logistique adéquate pour leur conditionnement et en raison du faible développement du marché.

Aujourd'hui, à travers de projet de valorisation de figues de Barbarie doit être conçu en vue d'implanter des lignes de conditionnement de figues fraîches (lavage, brossage, désépinage, calibrage, emballage) à installer dans la station de conditionnement du Cactopôle, qui sera pourvue aussi d'une chaîne de froid et d'une logistique appropriées.

Une double valorisation de la raquette du cactus est aussi possible, en s'intéressant à deux marchés diamétralement opposés: d'une part, celui de l'aliment de bétail, marché stratégique de grande importance, à la mesure de la vocation pastorale de la région et d'autre part, le marché de l'alimentation humaine de luxe (diététique, compléments alimentaires, dérivés de parapharmacie...).

En termes de marketing des produits dérivés du figues de Barbarie de Kasserine, les producteurs doivent concevoir un panier en vannerie typique de la région contenant les

différents types de produits qui ne sont, qui ne peuvent être que les prémices d'une large gamme en étude.

Cette action de marketing vise la reconnaissance du fruit du travail à accomplir, intelligent, plein d'imagination et de savoir-faire des hommes et des femmes de la région.

Selon des **statistiques officielles**, la superficie totale du Cactus en Tunisie a doublé durant les deux dernières décennies, passant de 45.000 ha début des années 90 à 110.000 ha aujourd'hui. Près de 85% de la superficie est plantée par les agriculteurs des zones rurales et 15% par le ministère de l'agriculture.

La culture du cactus est présente sur l'ensemble du territoire national mais avec des densités qui varient d'une région à l'autre: les plus fortes concentrations sont constatées au centre du pays avec 45.000 ha (52%) et les zones sud avec 33.500 ha, soit 39%.

A.IV/ IDENTIFICATION DES ATOUTS ET DES CONTRAINTES DE LA FILIERE FIGUE DE BARBARIE EN TUNISIE :

1) Les Atouts :

- La production en figues s'étale sur une période de 7 mois (Juin - Décembre) grâce à la présence de la variété précoce et la variété tardive . Cette dernière se caractérise par une qualité supérieure (gros calibre, moins de graines, taux de sucres élevé).
- La période de floraison des différentes variétés s'étale d'Avril jusqu'au Juin permettant de subvenir aux besoins de l'apiculture.
- Le figuier de barbarie de la zone constitue une réserve fourragère très importante.
- La culture de figuier de barbarie joue un rôle environnemental très important à travers la protection des sols contre l'érosion.

2) Les Contraintes :

- L'enclavement de la culture.
- L'absence de la pratique des techniques culturales appropriées par les agriculteurs.
- La non-organisation du circuit de commercialisation du figuier de barbarie.
- L'absence de centres de collecte de la production des figues et d'unités de valorisation de cette production par les procédés de conditionnement, de séchage ou de transformation.

3) Perspectives de développement :

Pour relever les contraintes et exploiter les potentialités que présente la culture du figuier de barbarie, des Projets de Mise en Valeur doivent être réalisés dont les principaux axes de développement doivent être :

- Le désenclavement des localités de production par aménagement des pistes.
- L'application des techniques culturales les plus appropriées dans la conduite de la culture.
- L'amélioration de la qualité fourragère du figuier de barbarie pour développer l'élevage.
- La création du secteur apicole pour une meilleure utilisation des ressources mellifères existantes.
- La conservation des terres agricoles.
- Les études des possibilités de valorisation industrielle du figuier de barbarie (fruits et raquettes).
- La création des associations de producteurs de cactus :

pour valoriser cette culture, dont l'appréciation dans les milieux Populaires se traduit par plusieurs adages évoquant ses qualités, et pour la réalisation des objectifs suivant :

- Améliorer la production par l'utilisation des Techniques modernes et l'encadrement des agriculteurs.
- Défendre les intérêts des adhérents auprès des services concernés pour faciliter l'accès aux crédits « crédit agricole ».
- Réaliser des études techniques, économiques et financières en partenariat avec les services agricoles au niveau local et National.
- Encourager l'activité agro - industrielle dans ce domaine.
- Encourager les agriculteurs à utiliser le cactus dans l'alimentation du cheptel et comme moyen de lutte contre la désertification et l'érosion du sol.

4) Les Recommandations :

Les recommandations en vue d'organiser la filière de figue de Barbarie en Tunisie s'articulent autour des points suivants :

- Étudier l'impact et la réussite des produits innovants de figue de Barbarie auprès du consommateur Tunisien.
- Encourager les bailleurs de fonds et les jeunes promoteurs à investir dans les industries relevant du figue de Barbarie.
- Instaurer un partenariat entre la recherche agronomique et les investisseurs pour le transfert de la technologie et la réalisation de projet pilote.
- Inciter des investisseurs et des industriels pour l'exploitation pratique des processus d'industrialisation et de transformation du figue de Barbarie
- Etablir une collaboration étroite entre les différents intervenants en matière de recherche et de développement de cette culture à savoir l'I.N.R.A, les autres laboratoires de recherche (Ecoles, instituts et facultés des sciences), les directions régionales de l'Agriculture, les Chambres d'Agriculture et les agro-industriels.
- Promouvoir le financement des recherches concernant les produits à base de figue de Barbarie.
- Créer des vergers de cactus destinés à la recherche agronomique et industrielle.
- Réaliser des études botaniques et Taxinomiques pour une bonne détermination et classification des espèces et variétés existantes en Tunisie .
- Créer des parcs plantés en cactus pour développer l'apiculture dans la zone.
- Créer des pépinières de plants de figues de Barbarie, notamment les variétés rares et appréciées.
- Améliorer la qualité du fourrage issus du figue de Barbarie.
- Introduire la culture de figue de Barbarie dans les projets de développement du monde rural.
- Aider financièrement les associations des producteurs de cactus.
- Instituer une prime à l'investissement (subvention) pour encourager la culture du cactus.
- Intégrer dans le régime des prêts pour la culture et l'agro-industrie du figue de Barbarie
- Organiser des concours et des visites au profit des agriculteurs et des techniciens.
- Établir un partenariat avec les pays étrangers pionniers dans la culture de figue de Barbarie.
- Se concerter avec les O.N.G intéressées par la culture de cactus.

A.V / BENCHMARKING : Études de cas sur l'utilisation des agro-industriel des espèces d'Opuntia dans plusieurs pays :

L'espèce de figue de Barbarie Opuntia a fait partie de l'alimentation humaine depuis au moins de 9 000 ans et se trouve de plus en plus dans les déserts les plus chauds et sur les montagnes enneigées , donnant une indication de la capacité d'adaptation de la plante . Cependant , l'Opuntia est consommé principalement à l'état frais et , dans la plupart des pays , le traitement reste limitée . Développer l'agro-industrie à petite échelle ou , au moins , apprendre à consommer différentes parties de la plante , est un énorme défi pour les populations des pays où la plante pousse de façon sauvage ou peuvent être cultivées . Les Agro-industries sont généralement décrit comme un moteur de la croissance .

Les investissements de ce type offrent des avantages aux producteurs et d'autres , dont beaucoup vivent dans des endroits avec ressources limitées et peuvent faire face à la pauvreté , la faim et de la malnutrition .

Ce chapitre décrit la production et la la transformation industrielle des espèces d'Opuntia dans différents pays à travers le monde. Il fournit une brève analyse de l'état de chaque pays et les perspectives de l'industrie de traitement de figue de Barbarie et des raquettes.

Bien que ce chapitre ne couvre pas les fourrages , dans de nombreux pays , dont l'Argentine , le Brésil , Le Mexique et les États-Unis, une superficie importante d'Opuntia est utilisé pour nourrir le bétail.

1) ARGENTINE

Selon certains chercheurs la figue de Barbarie est cultivée principalement dans le nord-est du pays où elle est traditionnellement cultivée dans de petites plantations. Sur les dix dernières années , les techniques culturales améliorées et les pratiques ont été mises en place , avec environ une augmentation de 2 000 ha de cultures de plantation. En outre, environ 200 000 ha de plantes sauvages de figues de Barbaries sont exploitées

En Argentine seulement le fruit est consommé , principalement à l'état frais . Il n'existe pas de tradition culinaire du traitement et de consommation de raquettes. Le fruit le plus commun est jaune et mou. La demande pour le fruit est plus élevée dans la province de la capitale de Buenos Aires, dont beaucoup d'habitants viennent de l'intérieur du pays. Beaucoup d'entre eux sont familiers avec le fruits de figue de Barbarie et représentent des marchés potentiels pour les produits frais et transformés. Les consommateurs domestiques préfèrent les variétés sans épines (inermes) et jaunes appelées créoles, qui constituent 80% des biotypes disponibles. Cependant, les fruits de couleurs rouge et orange peuvent également

offrir des possibilités d'exportation.

Transformation à petite échelle de fruit d'Opuntia a été mis en place car il ya peu de produits transformés vendus sur les marchés locaux . Un sirop appelé arrope est produit à partir du jus concentré sans sucre ajouté. Le sirop est consommé avec du fromage pour faire un délicieux dessert. Les confitures et gelées sont également produites à petite échelle. Divers aliments à base de figues de Barbarie sont préparés à la maison.

Selon certains chercheurs, l' arrope est fabriqué comme suit : Les extrémités des fruits sont enlevées et le les fruit sont broyés sans les peler , puis ils sont tamisés.Des tamis avec des trous de différentes tailles sont utilisés pour chaque séquence : d'abord 10 mm, 4 mm et enfin un tamis à mailles fines sont utilisés. Le jus est concentré parcuission pour produire différents types d'arrope. Les rendements varient de 20% à 25% du volume original du jus de fruits de figue de Barbarie. Le produit final est relativement de couleur sombre et possède l'apparence et la consistance du miel.

Le projet conjoint entre la FAO / Gouvernement d'Argentine concernant les arbres fruitiers dans les zones arides a été entrepris en partenariat avec l'Université nationale de Santiago del Estero. Sur une période de deux ans , il ont réussi à promouvoir des aliments préparé à partir des fruits de figues de figue de Barbarie et ont distribué des brochures techniques décrivant des pratiques agronomiques de récolte et des maladies affectant la plante. Il serait utile de continuer un tel travail , en particulier pour promouvoir la transformation à petite et moyenne échelle industrielle pour la valeur nutritionnelle , les avantages sur santé et sur le marché. Le projet conduit à des études sur le développement de raquettes de O.

cochenillifera planté à la ferme expérimentale de l'université, pour enrichir la diette locale par des produits de fortes valeurs ajoutées.

La cochenille a été exploitée pendant la période coloniale de l'Argentine , même si aucune utilisation contemporaine n'a été rapportée. Le colorant était utilisé pour teindre la laine, les textiles et les ponchos . Des efforts récents ont été effectués pour réactiver ces pratiques en tant que moyen de développement d'une approche plus intégrée à l'exploitation d'Opuntia.

Dans les régions rurales d'Argentine, les raquettes sont parfois hachées utilisées pour clarifier l'eau de barrage ou celle de pluie recueillis. Le Mucilage est aussi parfois utilisé comme adhésif et à mélanger avec de la chaux pour blanchir les murs des maisons.

2) CHILI

Certains chercheurs estime que le Chili compte 1 100 ha de figue de Barbarie commerciale (O. ficusindica) Pour la production des fruits. D'autres études estime à 395 ha la superficie des planatations de figue de Barbarie Utilisées pour la production de cochenille et ce au nord du Chili. Les Cultures et les plantations sont détenues et exploitées par des

entreprises de cinq companies, chacune avec 30 ha et de petits nombres de petits de planteurs. L'industrie fournit du travail pour deux personnes par hectare, qui comparé par rapport à la production de fruits de saison, présente des avantages de permanence et de la sécurité. Les plantations de Fruits de figue de Barbarie sont situées principalement Dans Le Til- Til , Pudahuel , Lampa et Noviciado des régions du centre du Chili et près de la ville capitale , Santiago et qui produisent des fruits de figue de Barbarie. Ce sont des plantations commerciales, témoignant de l'inexistence des grandes zones de sauvage plantes.

Autresfois, les fruits de figue de Barbarie étaient parfois exportées aux Etats- Unis , au Mexique mais ils ont commencé par la suite à réussi à dominer le Marché. Cependant , il ya a eu recemment un intérêt pour redevelopper les marchés d'exportation. Au Chili , les figues de Barbarie sont principalement consommés comme des fruits frais, mais aussi utilisés dans les desserts ou transformés en Jus de fruits. Les restaurants écologiques offrent un marché de jus de fruit fraîchement préparé mais à de moindre envergure. D'autres entreprises ont commercé à produire des confitures de figue de Barbarie pour écouler leurs marchandises sur les marchés locaux de Santiago.

Une Entreprise de moyenne taille possède ses propres plantations d'O. ficus-indica au nord de Santiago bénéficiant d'un microclimat. L' entreprise produit de la pulpe de fruits exotiques congelés d'excellente qualité et ont effectué des essais en vue d'ajouter de la pulpe de fruits de figues de barabarie à leurs gammes de produits et ce, pour la dilution et la préparation de boissons, des glaces et des desserts. Le Chili dispose d'un laboratoire de Compléments alimentaires sous le Contrôle du ministère de la Santé.

Le laboratoire a développé un protecteur gastrique à base d'extraits de cladode. Certains Producteurs préparent des produits à base de fruit de figue de Barbarie , Tels que le Vinaigre et le jus de fruits destinés à la consommation des ménages.

Bien que les produits à base de figues de Barbarie sont des aliments peu connues au Chili , ce qui n'empêche pas de témoigner de l'interêt grandissant de la part des producteurs et des chercheurs pour le développement de nouveaux produits et l'exploration de nouveaux marchés. l'Université du Chili Offre et dispense une formation pour Les petites unités production et transformation des fruits de figue de Barbarie. Le cours a eu lieu dans dans le cadre d'un Projet soutenu par le ministère de l'Agriculture et la Fondation pour l'innovation agricole (FIA). FIA favorise la production à petite echelle de Plantes de figues de Barbarie dans les zones cotieres Sèches. Le Cours dispense les notions à la fois théoriques et pratiques aux participants ainsi que les bases du traitement et de transformation des fruits et des raquettes.

ENQUÊTE sur les petits producteurs de figues de barbarie

Les résultats du sondage ont révélé que peu de producteurs ont l'expérience de la transformation de figue de Barbarie ou des raquettes.

Cependant , tout le monde (100 pour cent) était intéressé en participant à des cours de formation pour apprendre plus . Les producteurs ont également tenu à former des associations à l'appui du développement industriel en vue de diversifier la production et d'exploiter de nouveaux marchés. La demande de conseil municipal Til- Til suite à l'enquête qui a été menée pour la formation des producteurs à petite échelle sur les premières étapes nécessaire pour le développement industriel à petite échelle .

Malgré le fait que le Chili ne bénéficie pas de tradition culinaire de la transformation et de la consommation des raquettes , les résultats à partir d'une étude menée conjointement par le Centre de la recherche alimentaire et de développement (CIAD) de Hermosillo (Sonora , Mexique) et de l'Université de Faculté des Sciences Agronomiques du Chili , a montré que les consommateurs chiliens étaient prêts à déguster des produits fabriqués à base de figue de Barbarie. Des rangées de plants d'Opuntia ont traditionnellement été utilisés comme des haies vives pour séparer les champs et à tenir le bétail, et les raquettes ont été régulièrement utilisé pour clarifier l'eau dans les zones rurales les plus pauvres. telle a été le passage vers la modernisation au Chili que les deux pratiques sont en baisse dans la préférence pour matériaux et des systèmes techniquement plus avancés .

Les raquettes sont parfois utilisées comme des adhésifs ajoutés à la chaux pour l'entretien des maisons en pisé.

Les petits producteurs ont montré de l'enthousiasme pour les initiatives proposées pour stimuler l'agro-industrie de production et de transformation de figue de Barbarie. Cela nécessiterait des personnes réceptives et une bonne collaboration entre les centres de l'information et les communautés rurales. Il a également suggéré que les petites industries viables pourraient être développées avec un investissement minimal, et que ce peut être considéré comme une valeur ajoutée aux cultures locales pour aider à augmenter les revenus et de stimuler l'emploi dans les communautés rurales.

La Collaboration est nécessaire entre Ministère de l'Agriculture de Chili et les municipalités régionales où les figues de Barbarie sont déjà cultivés commercialement ou lorsque la plante pourrait être introduit avec succès . Les représentants des institutions de l'action concernée par la planification proactive partageant les responsabilités, l'investissement et les actions qui aboutiront au transfert des connaissances et de la technologie déjà disponibles dans le

pays. Les entreprises à petite échelle industrielle peuvent alors être établies les plantations peuvent être cultivées . L'avenir s'annonce prometteur.

3) Les ÉTATS-UNIS D' AMÉRIQUE

Les Service statistiques nationales agricoles des États-Unis (NASS) ne disposent d'aucune information publiée sur l'ampleur de la production de figue de Barbarie dans le pays.

En comparaison avec d'autres cultures , les superficies plantées sont négligeables. Des contacts spécifiques avec nationale 4 suggèrent que près de 200 ha sont dédiés pour la production de fruit de cactus , et plus de la moitié de qui est en Californie .

L'un des chercheurs américains a estimé que 120 ha de figue de Barbarie rouge sont la propriété de l'une des entreprises dans la vallée de Salinas, en Californie , et toute la production a été destinée à produire du jus congelé acidifié . Cependant, les fruits frais provenant de cette plantation se révèlent de haute qualité et la production met l'accent sur les fruits frais plutôt que des jus de fruits.

La production d'une gamme de produits à base de fruits de figue de Barbarie de variété rouge introduite de la Sicile a récemment commencé. La société s'est concentrée sur la la production de purée de figue de Barbarie congelée fabriqués à partir de pulpe de fruits, du sucre et les acides maliques et citriques à 22-24 ° Brix, qui doivent être conservés congelés. La société produit de la purée traitée et pasteurisée selon les normes strictes de qualité . La purée est distribuée par des agent spécialisés qui sont offert dans différents types d'emballage pour une utilisation dans les desserts, les sauces à salade, les gelées et les sauces.

De vastes zones au sud des États-Unis sont disponibles pour la culture de figue de Barbarie. On peut aussi noter l'existence des milliers d'hectares de figue de Barbarie sauvage et qui créent des problèmes pour producteurs de bovins.

Aux États- Unis, les produits dérivés de figue de Barbarie sont consommés principalement par la communauté mexicaine. Un auteur a rapporté que la société D'Arrigo Bros Co. commercialise des nopalitos fraîches sur les marchés locaux , et a commencé à produire une poudre de cladode mature pour son utilisation en tant qu'un ingrédient dans les formulations des produits alimentaires et / ou pour des applications industrielles. Les Etats-Unis importent des produits frais et des petites quantités de raquettes transformés et des

raquettes conservées en saumure et marinés provenant du Mexique. Un certain nombre de producteurs locaux importent aux États-Unis les nopalitas hachées surgelées individuellement (en tranches ou en cubes) en provenance du Mexique.

Ainsi, une grande variété d'aliments à base de figue de Barbarie sont fabriqués . De nombreuses entreprises annoncent diverses façons de consommer et de profiter des produits fabriqués à base des fruits et des raquettes et qui peuvent être commercialisés via des sites marchands qui offrent des produits tels que des confitures et des bonbons, des médicaments et des compléments alimentaires. selon certains auteurs ces entreprises sont principalement artisanales et à petites échelles.

4) ETHIOPIE

Selon certains chercheurs, l'espèce de figue de Barbarie est bien connue en Ethiopie, la superficie totale des plantations de figues de Barbarie avoisine les 355 000 ha dont une surface cultivée de 30 000 ha . Des variétés épineuses et inermes sont cultivées , bien qu'il y ait une légère tendance de préférence vers des variétés inermes. Malgré la familiarité de la population avec la plante, l'utilisation actuelle est limitée à la consommation du fruit frais en état. Les Raquettes ne sont pas consommées mais généralement utilisées pour l'alimentation du bétail . Les raquettes matures et lignifiées sont utilisées comme combustible .

Après son introduction dans le milieu du XIXe siècle, le figuier de Barbarie est devenu l'une des plantes les plus populaires au nord de l'Ethiopie , en particulier dans la région du Tigray. Depuis plus de 50 ans, la culture de figue de Barbarie a été considérée comme une importante culture fourragère ainsi qu'une importante source de revenus et d'aliments pour les producteurs paysans dans la période de Juin à Août . Le Fiquier de Barbarie représente une partie importante du patrimoine culturel et une source de nourriture pour la population de la région de Tigray .

Les mêmes auteurs soulignent que la figue de Barbarie joue un rôle écologique important dans la région et ce, dans la lutte contre la désertification, de l'assainissement et la remédiation du sol, comme un refuge et une source de nourriture pour la faune sauvage, ainsi que des fruits et des raquettes pour les personnes, du fourrage pour bétail et de la biomasse pour l'énergie. Il est possible de développer la gamme de produits en Ethiopie (tels que la production du carmin des insectes de cochenille , jus de fruits, confitures , des produits cosmétiques et des médicaments) et ont beaucoup à gagner du partage, du transfert de compétence, d'expertise et de connaissance des producteurs latino-américains. Cette approche s'appuie sur l'évaluation de projets conjoints FAO / Gouvernement de l'Ethiopie sur production des figues de Barbarie. Certains projets ont été

mené dans le but de promouvoir les opportunités, l'adaptation de la plante de figue de Barbarie , la transformation des fruits et des raquettes pour les rendre plus attractifs et attrayants afin que ces produits rencontrent leurs clientèles et généralement en vue d'encourager l'utilisation de ces aliments dans le régime alimentaire traditionnel éthiopien. Les éléments de base de transformation des cladodes et des fruits de figue de Barbarie ont été transférés par des démonstrations et des essais de traitement et de transformation. Une grande partie de cette formation a été entreprise par les autorités locales non gouvernementales (ONG). Une zone pilote a été établie dans la région du Tigray . La population appartenant aux communautés focus group de discussion à Adigrat , Erob , Mehomi et Mekelle, ont été invités à faire partie et ont été encouragés à participer à ces ateliers.

Les écoliers et les groupes de femmes ont participé. La stratégie comprenait l'intégration des raquettes dans le repas typiques de la population et de leurs communautés . Cette approche et ces journées de démonstrations ont été bien acceptés par les participants, ce qui a montré l'intérêt dans les fruits et les raquettes comme une nouvelle et une alimentation alternative. Il y avait auparavant une certaine résistance à l'idée de la consommation humaine des produits associées à l'alimentation du bétail . La formateurs ont usé de tous leurs savoir faire et leurs compétences pour encourager la clientèle à penser différemment et à reconsidérer l'affaire et surtout, à préparer les raquettes selon des recettes et des procédés appropriés et à présenter les produits de manière plus attractives pour la consommation humaine. Certains auteurs et chercheurs ont confirmé l'inexistence de la production industrielle et / ou traitement et la transformation de figue de Barbarie en Ethiopie. La situation a changé depuis, ainsi des projets et des fonds d'investissement ont encouragé les ONG locales à créer et à promouvoir des sociétés à petite échelle pour la transformation des fruits de figue de Barbarie. Les fruits frais de figue de Barbarie a été toujours une source d'alimentation humaine, et des personnes ont récemment commencé à consommer les nopalitos fraîches comme un légume . Bien d'autres possibilités existent pour la production de produits cosmétiques et d'extraits de cochenille, le succès dépend de la mesure dans laquelle les raquettes sont adoptées dans le régime alimentaire local .

5) L'Italie

L'Italie est le deuxième plus grand producteur mondial de figue de Barbarie après le Mexique. Selon certains chercheurs, on estime l'existence de plusieurs plantations à 3 000

ha de superficie et à de forte intensité de productivité avec une production annuelle d'environ 70 000 tonnes. La plupart de ces plantations se trouvent en Sicile (90 %) et les zones commerciales de l'île ont continué à se développer au cours des dernières années.

Cependant, la production traditionnelle et habituelle a diminué et a été estimée à 20 000 ha (20% de moins qu'en 1989) alors que 25 000 ha de terres cultivées ont été exploitées.

Les Plantations intensives se trouvent dans trois régions de la Sicile : les montagnes de San Cono , au sud-ouest de l'Etna à Catane et le Belice (Bèlici) vallée de la rivière . San Cono est populairement connue comme la ville de la figue de Barbarie par excellence (Città del Fico d'India)

et les sites web officiel de la région présentent des informations sur les produits de figue de Barbarie comme une promotion touristique de la région.

Ce site décrit la gamme de produits dérivés de cette espèce de figue de Barbarie et la région organise annuellement un festival annuel dédiée au produit de figue de Barbarie pour célébrer la culture.

Les fruits de figue de Barbarie sont généralement consommés frais en Sicile et dans d'autres régions du sud de l'Italie et ainsi dans d'autres principales villes de la région. Des Fruits de couleurs différentes sont produites parmi eux les variétés telles que Gialla (jaune) , Rossa (rouge) et Bianca (blanc). La variété Jaune constitue 80% de la récolte totale , celle rouge représente 15% et 5% la variété blanche.

Différentes caractéristiques des fruits et des cladodes ainsi que les différentes autres parties influent également sur le type de procédés de traitement et de transformation. Ainsi, les variétés de fruits de couleurs jaunes sont de qualité généralement plus élevées que celles de fruits de couleurs rouges ou blanches. Les figues de Barbarie de couleurs rouges ont une teneur en sucre plus élevée ainsi qu'une meilleure saveur. Les auteurs estiment la consommation par habitant de 2,5 kg en Sicile et d'1 kg ailleurs dans le pays. Le traitement des fruits est limité en Italie mais les nopalitos ne sont pas consommés. Selon des auteurs, l'Italie produit des confitures, des glaces et des liqueurs de mostarda (un mélange épicé de sirops fruits) . Cependant, les auteurs ont constaté la demande modeste pour ces produits, qui se concentre principalement en Sicile . La plus grande partie de la production commerciale est à petite échelle et artisanale .Des enquêteurs ont rapporté que les ventes en ligne de ces produits ont augmenté et que le commerce électronique pourrait devenir un moyen important pour stimuler les ventes, ce qui évite la besoin dans des chaînes de distribution à grande échelle. Peu d'informations officielles décrivent le développement du secteur n'a été signalé et l'industrie est susceptible de rester provinciale et à petite échelle.

6) MAROC

Les variétés d'Opuntia sont largement distribués dans les régions rurales Maroc , à l'exception du désert du Sahara et les montagnes côtières du nord. Des petites plantations peuvent être trouvés autour de la plupart villages et la plante est utilisée comme des haies vives pour protéger les cultures ou les jardins principalement du bétail parasite. Dans la région de Moulay Idriss à proximité Meknès , à une altitude de 500-800 mètres , il existe des Plantations d'Opuntia pour la production de fruits. Autour de 72% des plantations se trouvent dans le Sidi Ifni et dans les régions d'El Kalaa , avec des rendements moyen en fruits de 14.3 tonnes / ha / an . Le fruit est très appréciée en été et constitue une source fiable de revenu pour les familles paysannes. Alors même que l'Opuntia a été cultivée dans le pays depuis de nombreuses décennies, le fruit est considéré comme d'une importance secondaire et est associé à des communautés paysannes traditionnelles. En conséquence, peu d'efforts a été déployé pour promouvoir et industrialiser la production.

On estime que 45 000 ha d'Opuntia sont cultivées principalement dans El Kelaa des Sraghna dans le centre du Maroc , à proximité de Marrakech , et à Tiznit au sud du Maroc . Les espèces les plus importantes sont l'O. dillenii , l'O. vulgaris , l'O. compressa et l'O. ficus-indica. Cette dernière espèce est la plus répandue. Les deux variétés épineuses et inermes sont cultivées, avec des variétés à maturation précoces et tardives qui s'étendent sur la période pendant laquelle ils peuvent être commercialisés

Les fruits localement vendus sont disponibles à partir de Juillet à la fin de Septembre. En plus d'être consommés à l'état frais, les fruits sont également utilisés comme aliment du bétail / fourrage. Il existe peu de rapports sur d'autres formes de consommation . des chercheurs ont rapporté qu'au sud du pays , les fruits sont séchés et mais parfois d'autres formes de traitement sont effectuées , il ya un intérêt à explorer les possibilités pour de nouveaux produits. Une ONG récemment formé par des femmes dans la province de Tiznit a commencé à produire confitures, huile de graines de figue de Barbarie ainsi que d'autres produits et autres produits à partir de la plante.

Comme d'autres chercheurs ont également signalé que les fleurs de figues de Barbarie étaient précieuses pour la production du miel, il serait judicieux de développer l'apiculture comme une filiale de l'industrie de la production de fruits de figue de Barbarie. C'est déjà le cas dans la région de Tiznit, où l'apiculture repose sur les plantes de cactus de figue de Barbarie comme du fourrage pour les abeilles. Dans le sud du Maroc, les raquettes jeunes ont été broyé et utilisé comme du shampooings et produits assouplissant des cheveux pendant de nombreuses années. Peu d'informations ont été rapporté concernant la production de cochenille au Maroc , le cas échéant.

En outre, plusieurs travaux recherches en cours dans plusieurs universités marocaines sur l'utilisation et la valorisation des différentes parties de la plante . Par exemple , l'Université de Settat a mené des études pour caractériser les pigments de fruits de figue de Barbarie orange et rouge. Il ya également un intérêt dans l'étude des usages du mucilage . Des chercheurs de la Faculté des sciences de Université Ibn Tofail à Kénitra ont étudié l'utilisation d'extraits aqueux de cladode comme inhibiteur de la corrosion du fer.

Le figuier de Barbarie est très prisé comme fourrage pour le bétail et les auteurs assurent que de nombreux bovins , à la fois domestique et sauvage , auraient survécu aux innombrables sécheresses qui ont frappé le Maroc grâce à cette usine. Au Maroc comme dans d'autres pays qui ont souffert (et continuent de souffrir) années successives de sécheresses , la plante offre la perspective de sécurité alimentaire et économique des communautés qui peuvent faire face au défis du changement climatique.

Les études devraient commencer par explorer la variabilité génétique existante, conduisant à la sélection de variétés pour les différents produits qui peuvent être dérivés à partir de la plante. Cela devrait être suivi par un traitement à petite échelle adaptée aux collectivités rurales et au marchés des produits élaborés.

7) Mexique

Le Mexique est le pays dénombrant le plus grand nombre des petites et moyennes fabrication de produits de raquettes et de fruits de figue de Barbarie .

La grande diversité de la plante et la tradition mexicaine de consommation des différentes parties de la plante ont contribué à encourager l'utilisation industrielle dans le pays.

Le pays est responsable du développement international de la plante et de ses produits . Les grandes régions du Mexique sont couverts par nature par la culture sauvage de figue de Barbarie et se trouvent largement distribués à travers différentes zones climatiques .

Les zones les espèces de figue de Barbarie prospèrent offrent fournissent un potentiel pour le développement des industrie à petite échelle et / ou des micro-entreprises pour produire, transformer et vendre une gamme de différents produits pour la consommation locale , ainsi que pour exportation.

Au Mexique , les figues de barbarie poussent dans trois types de zones sauvages, dans les jardins familiaux et au niveau des plantations commerciales. Les zones sauvages se trouvent principalement dans le désert de Sonora dans les états de Sonora , Baja California Sud , Baja California et du nord Sinaloa. Ces régions s'étalenet jusqu'en Arizona et les zones sud de la Californie aux États-Unis. D'autre terres sauvages se trouvent dans le

désert de Chihuahua dans les États de Chihuahua , Coahuila , Nuevo León , Tamaulipas , Durango , Zacatecas , San Luis Potosí , Jalisco , Guanajuato , Querétaro et Hidalgo , s'étalant aussi jusqu' au Nouveau-Mexique et au Texas aux États-Unis . Bien que les plantes sauvages occupent des centaines de milliers d'hectares , leur utilisation et leur consommation est limitée.

Les Jardins de cactus familiaux se trouvent dans de nombreuses régions du pays où les plantes sauvages poussent naturellement , y compris Zacatecas , San Luis Potosí , au nord de Guanajuato , Jalisco et de Aguascalientes. Bien que ce double système d'exploitation continue d'exister, les plantations commerciales se sont répandues et se sont élargies et ont remplacé grande partie de la récolte sauvage. Les jardins familiales produisent des fruits et des nopalitos pour la consommation domestique et pour le petit commerce au niveau du village et les marchés de la ville . Ces cultures sont également utilisés pour préparer aliments traditionnels , tels que les confitures , Colonche , melcocha , fromage de fruits de figue de Barbarie et autres. De toute évidence, les nopalitos sont devenus partie intégrante de la tradition culinaire mexicaine , et pas seulement dans les communautés rurales. Les agro-industries à petite échelle se trouvent dans la plupart des régions et produisent une large gamme de produits artisanaux , tels que liqueurs , sauces, confitures et d'autres produits.

En raison de la croissance démographique , l'augmentation de la richesse et les demandes de plus en plus en produits de qualité, les jardins familiaux ont peu à peu devenu incapable de répondre à la demande du marché pour les produits dérivés de figue de Barbarie et raquettes. Cela a permis l'émergence des plantations commerciales pour remplacer les jardins familiaux , parfois dans les endroits où la production de la famille a autrefois dominé. Par ailleurs , Milpa Alta est la première du Mexique zone productrice de nopalitos . Selon certains chercheurs , la production annuelle de nopalitos est 563 443 tonnes et la consommation annuelle par habitant est d'environ 6 kg, ce qui rend les Nopalitos le sixième de légumes du pays le plus couramment consommé. Les exportations Mexicaines en nopalitos traitées en saumure ou mariné sont destinés au marché d'Europe , du Canada , des États-Unis et des pays du bassin du Pacifique. Les Sauces et les confitures à base de nopalitos sont produits commercialement, avec une diversification de la gamme dans des compléments alimentaires, des capsules, des comprimés et des poudres et une gamme de produits cosmétiques .

Le Mexique est le plus grand producteur fruit de figue de Barbarie du monde, avec des exploitations produisant des fruits une variété de fruits de couleur : jaune , blanc , rouge et orange. Le fruit est cultivé principalement dans les États de México , Hidalgo , Puebla ,

Zacatecas , San Luis Potosí , Guanajuato , Jalisco et de Aguascalientes et, dans une moindre mesure , Nuevo León et Tamaulipas .

Malgré la grande variété de produits disponibles à partir de fruits et de cladodes , la proportion de la culture traité reste faible . Certains chercheurs ont souligné que la rentabilité base de l'industrialisation . Il se peut que l'approvisionnement des matières premières sont insuffisantes pour le développement durable la production commerciale . D'autres facteurs , y compris les coûts de récolte et de transport et l'éloignement des marchés, font aussi obstacle à l'exploitation commerciale. Les opportunités pour la production de cochenille continuent de soulever des questions – du développement industriel. Bien que les activités futures restent incertaine (localisation, échelle, etc), cela n'a pas empêché un certain nombre de sociétés de production de carmin de cochenille de s'implanter.

8) AFRIQUE DU SUD

Certains auteurs estiment que l'Afrique du Sud possède des plantations commerciales de figue de Baarbarie 1 500 ha avec une production annuelle d'environ 15 000 tonnes. La superficie cultivée pour la production des fruits de figues de Barbarie était d'environ 2 000 ha et , pour la production de fourrage d'environ 525 000 ha . la surface de production était 814 000 ha .

Les ventes de cactus de poire de plantations sauvages (c'est à dire une couverture végétale de poire de cactus invasive qui n'ont pas été cultivées) , comme *O. ficusindica* (avec des épines) , sont d'environ 30 000 tonnes .

Les fruits sont vendus sur la route et dans les villes , principalement autour de Port Elizabeth , Grahamstown , Uitenhage , Fort Beaufort dans l' Est Cap et Polukwane .

Les exportations de l'Afrique du Sud environ sont estimés à 10-20 tonnes / année de figue de Barbarie vers les mmarchés del'Europe .

Jusqu'en 1930 , près d'un million d'hectares du pays étaient couverts d'espèces de figues de Barbarie , principalement dans les provinces de l'Est du Cap et du Limpopo .

A cette époque, ces plantes ont été considérés comme une question environnementale . Ce sont les habitants des régions pauvres qui dépendaient généralement de figues de Barbarie et les animaux sauvages pour la nourriture . Bien que les cladodes sont aussi consommés, ces terres ont été abandonné parce que les habitants ne pourraient pas survivre seulement par ce fruit .

L'industrialisation a encouragé la population à migrer vers les grandes villes à la recherche de travail et ils ont pris avec eux leurs traditions de consommation des figues de Barbarie. leurs descendants continuent à profiter de figue de Barbarie. Les rapports de certains chercheurs ont mentionné que les sud africains ont également produit du savon ainsi que d'autres produits à base de figue de Barbarie de cactus.

Mais, la tradition de fabrication de produits alimentaires , des confitures, des bonbons et sirops à la maison se poursuit, et beaucoup de ces produits sont vendus dans les rues pendant les fêtes ou sur les marchés locaux . Ensuite, de petits groupes d'agriculteurs de figue de Barbarie ont commencé à produire dans des productions artisanales à petite échelle des produits à base des fruits et des cladodes vendus sur les marchés locaux.

L'Atjar un condiment épicé populaire en Afrique du Sud, est fabriqué à partir de mangues verte. La possibilité du remplacement des mangues vertes avec les raquettes moins chers a été explorée, en ajoutant des saveurs et des arômes afin de de masquer les différences de goûts. Un certain succès a été rapporté, en particulier pour la réduction des coûts, étant donné que les raquettes de figue de Barbarie est beaucoup moins cher que les mangues vertes .

Autres auteurs ont rapporté qu'il existe des micro-entreprises implantées dans les zones rurales ont produit des confitures (par exemple le Karoo) produisant des sirops et des peaux séchées de vente dans les magasins d'aliments naturels. Un certain nombre de d'entreprises artisanales à petite échelle producteurs se sont établies. Par exemple, un producteur dans la province de Limpopo a commencé à produire de la confiture de fruits et de conditionnement des raquettes destinée à la consommation locale sur les marchés locaux.

Les sirops sont généralement fabriqués à partir de fruits récoltés de plantes envahissantes, car elles sont plus abondantes et moins cher. Les sirops sont préparés en faisant bouillir le jus et la pulpe jusqu'à atteinte de la consistance souhaitée et qui peuvent être préparé avec ou sans sucre. Ils sont de couleur brun foncé . À plus grande échelle, peler les fruits de figue de Barbarie pelé peut être déshydraté et exporté pour la fabrication de médicaments .

En Afrique du Sud , la transformation de figue de Barbarie produits est à un niveau bien inférieur à celui d' autres matières premières agricoles. Cependant, un intérêt considérable a été porté à la valorisation des déchets provenant de des flux de production de fruits de figue de Barbarie. L'Opuntias sont considérées avoir un potentiel utile pour l'agro-industrie

A.VI/ MARCHE MONDIAL DE FIGUE DE BARBARIE

Ainsi, les principaux producteurs mondiaux de fruits de figue de Barbarie sont : Le Mexique, le Chili, l'Argentine la Bolivie, le Pérou, la Colombie, les Etats Unis , l'Afrique du Sud, le Maroc, l'Algérie, la Libye la Tunisie, l'Egypte, la Jordanie, le Pakistan, Israel, la Grèce, l'Italie, l'Espagne, et le Portugal. Mais pour la majorité de ces pays producteurs, la figue de Barbarie est un produit secondaire dédié à la production de fourrage, à la conservation du sol. Les superficies dédiées à la production de ce fruit sont minimales et ne leur permettant de concourir et participer aux échanges commerciaux sur les marchés internationaux.

Par ailleurs, les six grands pays producteurs exportateurs de figues de Barbarie participant et concourant aux marchés internationaux sont le Mexique, l'Italie, l'Afrique du Sud le Chili, Israel, et les Etats-Unis.

Le Mexique, le plus grand producteur de figue de Barbarie, a limité son positionnement aux marchés Nord Américain (Etats-Unis et à moindre proportion Canada) et ce à cause de l'éloignement des autres marchés et des coûts élevés relatifs au transport et à la logistique.

En cohérence avec la demande, le marché international des produits mexicains se restreint aux niches spécifiques et particulièrement aux marchés des Etats-Unis au Canada, où les consommateurs mexicains, latino-américains et européens d'origine latine sont demandeurs de ce type de produit.

Quant à l'Italie, l'exportateur principal de figue de Barbarie au monde, les fruits de figues de Barbarie et les produits dérivés sont principalement exportés vers l'Allemagne, la France, Belgique et des pays Nord-américains et les pays de proche-Orient en particulier l'Arabie Saoudite.

En outre, les principaux et potentiels marché d'importation de figue de Barbarie et des produits dérivés sont l'Europe Occidentale tels que l'Allemagne, l'Angleterre, la Grèce, l'Espagne, et la France, de l'Europe de l'Est, les marchés Nord américains Etats-unis et le Canada , les pays arabes et ceux asiatiques tels que le Japon, la Chine, Taiwan, et la Corée. Tous ces pays ont développé une consommation

importante des fruits exotiques et représentent un marché potentiel à développer pour les produits Tunisiens.

Les potentiels marchés des produits Tunisiens :

- Les restaurants étoilés dans les centres touristiques où la clientèle est fervente de nouveautés et des produits exotiques
- Segments des consommateurs de la classe sociale aisée demandeur de produits nouveaux de santé et de grande qualité nutritive.
- Ligne nationale et internationale de transport aérien et marin.
- Segment des consommateurs des fruits exotiques dans les pays asiatiques (Chine, Japon, Corée de sud) où les classes sociales les plus aisées sont ferventes des nouveautés alimentaires.
- Segment de consommateurs des fruits exotiques des pays européens (Russie, France, Allemagne, Suisse, Belgique)
- Segment des consommateurs des classes les plus aisées des pays de golfe (Arabie Saoudite, les Emirats Arabe Unis, Qatar)

**B/ GENERALITES SUR LA VALORISATION
INDUSTRIELLE DE FIGUE DE BARBARIE**

B.I/ GENERALITES SUR LE FIGUIER DE BARBARIE

Autrefois mal considéré, le figuier de Barbarie, ses fleurs et ses raquettes intéressent désormais aussi bien l'industrie que la recherche.

Longtemps considérée comme une plante "vulgaire", tout juste bonne à alimenter le bétail et à sucrer les bouches des enfants, cette espèce du cactus mexicain, au fruit juteux et mielleux, arrivée il y a quatre cents ans dans les cales des conquistadores espagnols, a désormais ses titres de noblesse.

Le figuier de barbarie *Opuntia* spp, est une plante qui appartient à la famille des cactaceae regroupant 1600 espèces dont 180 du genre *Opuntia*. La plante peut atteindre 2 à 3 mètres de hauteur.

Les figues de barbarie sont des fruits de l'opence ou figuier de barbarie, communément appelé Tuna en Amérique Latine. Ces fruits sont sucrés, succulents, peu acides et riches en sucres et ils ont des formes et couleurs divers en fonction des cultivars du figuier.

C'est également une culture de subsistance qui fait travailler la main-d'œuvre familiale et permet de maintenir les populations rurales sur place. Les établissements agricoles, où se concentrent les quatre cinquièmes des surfaces cultivées consacrés aux plants de cactus, profitent de programmes pilotes de développement dans leurs zones, portant sur la modernisation des plantations, l'amélioration des techniques culturales utilisées et la valorisation du fruit dans la production agroalimentaire et ses dérivés.

Dans les champs, la figue de Barbarie est un peu considérée comme un fruit miraculeux. Il en existe de nombreuses variétés qui se distinguent en deux groupes : les cactus inermes, souvent domestiqués et cultivés sur des surfaces limitées, et les cactus épineux, les plus répandus car ils résistent à la destruction par le bétail. La culture par graine ainsi que la multiplication in vitro sont pratiquées.

Le fruit s'adapte à la plupart des sols, emmagasine l'eau sans grands besoins d'irrigation et résiste aux contrastes climatiques élevés. Il supporte les gelées de moins 5 degrés des plateaux montagneux et s'épanouit sans vergogne par 50 degrés à l'ombre, dans les régions arides et semi-arides et aux portes du désert. Les figues de Barbarie sont présentes sur le marché de juillet à fin septembre.

1/ Aspect nutritionnel :

La figue de barbarie est composée de 48 % d'écorces et 52 % de pulpe. Cette pulpe contient 88 % de jus et 12 % de grains. La composition chimique moyenne des figues de barbarie est résumée dans le tableau suivant :

Constituants	Teneur
Humidité %	85,1
Matière sèche soluble %	13,2
Sucres réducteurs %	6,6
Sucre non réducteurs %	-
Glucose %	6,5
Fructose %	0,6
Protéines %	0,8
Matière grasse %	0,7
Fibres %	0,1
PH	5,8
Acidité titrable %	0,05
Acide citrique mg/100g	61,0
Acide malique mg/100g	23,3
Acide quinique mg/100g	19,1
Acide shikimique mg/100g	2,8
Acide ascorbique mg/100g	25
Cendres %	0,4
Na mg/100g	1,1
Ca mg/100g	90,0
K mg/100g	98,4
Mg mg/100g	28,2
P mg/100g	-

La figue de barbarie se caractérise par rapport aux autres fruits par un pH élevé. La totalité des sucres présents dans le fruit est constituée par le glucose et le fructose dans un rapport de 18 / 1. Ce rapport est considéré comme une spécificité de la figue de barbarie en le comparant à celui des autres fruits. Par exemple, ce rapport est de 1/1 dans le cas des oranges. La teneur totale en acides aminés libres (257 mg/100g) est largement supérieure à la teneur moyenne des autres fruits à l'exception des raisins de table et des agrumes qui contiennent la même teneur.

Les figues de barbarie présentent un intérêt nutritionnel intéressant. Sa consommation à l'état frais apporte des quantités non négligeables en nutriments de base et en minéraux.

la consommation de 100 g de fruits apporte à peu près 2,1g de protéines, 1,2 g de lipides, 0,2 g de fibres ; 1,9 g de pectines ; 4,4 g de minéraux et 12,8g de glucides.

Les cladodes aussi, sont riches en vitamine A, B, C, en Fer et en pectine sollicitée dans les industries agro-alimentaires et cosmétiques.

Ainsi, Toutes les composantes de cactus (fleur, raquette et fruit) constituent une base d'un régime alimentaire. La consommation des raquettes contribue à l'amélioration du contrôle du taux du sucre dans le sang et l'augmentation de la sécrétion de l'insuline chez les diabétiques. D'autres parts, l'alimentation à base de raquettes diminue le niveau des graisses (lipides) dans le sang grâce aux matières pectiques.

Pour les animaux, les raquettes sont très digestibles avec un taux élevé en vitamines, fer et beta-carotides. Concernant l'alimentation humaine, les fruits et raquettes de cactus sont utilisés comme légumes, salades et en soupes avec de la viande ou d'autres légumes ou comme conserves à l'instar du haricot et autres. Ils peuvent être aussi utilisés pour la préparation de confiture et de jus.

D'autres parts des analyses ont montré que les graines de fruits se composent de 31 % de sels minéraux, 8.1 % de protéines et 9 % de matières grasses.

B.II/ EVOLUTION DE L'UTILISATION DE LA FIGUE DE BARBARIE

Les différentes valorisations de la figue de Barbarie et ses utilisations sont multiples et variées. L'Opuntia ficus-indica (figuier de Barbarie) s'est naturalisé et prospère dans le monde entier. Selon les pays, il est utilisé dans divers domaines. On le trouvera aussi bien

dans le domaine de l'industrie que dans le domaine de l'alimentation, ou bien encore dans le domaine pharmaceutique, cosmétique, ornemental, médicinal et environnemental...

1) Utilisation dans le domaine alimentaire

Pour les populations déshéritées d'Amérique latine, d'Afrique et de toutes les régions pauvres et désertiques du monde ensoleillé où il s'est acclimaté, le figuier de Barbarie constitue une plante providentielle. C'est un aliment extrêmement nutritif. En effet, les pousses de cette plante sont riches en vitamines (A, C ...), en calcium, en phosphore ainsi qu'en magnésium et potassium. La figue de Barbarie a un apport exceptionnel en fibres solubles et insolubles deux à trois fois plus riche que celles du blé ou de l'avoine.

Avec un faible apport énergétique, les pousses du cactus font partie des légumes les moins caloriques, elles apportent seulement 13 kcal pour 100 grammes (c'est presque trois fois moins que la fraise, la pêche ou le melon).

Les fleurs du figuier de Barbarie offrent une délicate saveur sucrée ; ses fruits désaltèrent et nourrissent. Des milliers de personnes du quart-monde doivent à cette plante de subsister sans carences.

Jadis, en Amérique, les colons considéraient le Nopal et ses fruits, les tunas, comme une nourriture d'Indiens ou un aliment tout juste bon pour les animaux.

En revanche, pour les descendants précolombiens, le Nopal représentait un produit de base comme le maïs.

Aujourd'hui il est devenu une plante à la mode. Les Mexicains des classes aisées le consomment en salades, apprécient ses fleurs en bouton, et les cuisiniers connaissent cent manières d'accommoder les jeunes et tendres articles de la plante. Libérées de leurs épines, les raquettes de certaines variétés choisies, sont un vrai délice. A l'époque nourriture de pauvres, le Nopal se retrouve maintenant sur les tables les plus raffinées. Au Mexique, les gourmets le découvrent à la carte dans les plus grands restaurants.

Actuellement, la figue de Barbarie, en plus de ses valeurs alimentaires, joue un rôle important dans l'industrialisation. Elle se trouve partout dans les marchés sous plusieurs formes : en boîte, séchée, congelée, sucrée... En outre, elle sert à fabriquer de la confiture, du jus, des boissons, des gelées et quelques liquides adoucissants.

C'est un aliment de santé idéal dans la mesure où c'est un produit bio puisqu'il a la particularité d'être cultivé sans fertilisant chimique, sans OGM.

Actuellement, plusieurs moyens et procédés industriels sont mis au point pour valoriser la figue de barbarie. Ces moyens et procédés relatifs au fruit sont :

- Conditionnement industriel et commercialisation à l'état frais

- Préservation temporaire de fruits
- Séchage du fruit
- Conservation par la chaleur du fruit en boites
- Transformation du fruit en confiture
- Fabrication du jus
- Production de colorant alimentaire (pourpre de barbarie)
- Fabrication de la pectine à partir des écorces
- Production de l'huile à partir des graines
- Production des boissons alcoolisées

Cette étude fait l'état de synthèse sur les différentes techniques industrielles de valorisation du fruit des raquettes et des fleurs de figues de barbarie.

2) Utilisation pour la teinture

Durant des siècles, les Nopalariaies du Mexique fournirent les plus beaux pigments rouges, recherchés à prix d'or par les teinturiers de l'Ancien et du Nouveau Monde. En fait, ces belles teintures écarlates proviennent de la cochenille femelle, insecte prédateur de l'Opuntia.

La culture des cactus adaptés à l'élevage de la cochenille et à son exploitation devint une véritable industrie jusqu'au 19^{ème} siècle où les teintures d'origine chimique la supplantèrent. Elle représenta durant plusieurs siècles la troisième richesse de la colonie, juste après l'or et l'argent. On doit à ses pigments le rouge des uniformes militaires et des somptueux tissus de pourpre dont se vêtirent princes .

Les peintres et les calligraphes aztèques utilisèrent abondamment les extraits de la tuna et de la cochenille pour leurs dessins dont nous admirons encore les coloris d'une beauté inimitable.

3) Utilisation dans le domaine cosmétique

Les femmes des campagnes tunisiennes qui connaissent les vertus de la figue de Barbarie s'en servent pour soigner leurs mains malmenées par de rudes travaux, ainsi que pour préserver leurs visages agressés par le soleil depuis des siècles. Ces préparations de produits issus de la figue de Barbarie se transmettent de générations en générations, leur efficacité n'est plus à démontrer, c'est un remède reconnu. Le Nopal va aussi servir à la préparation de shampoing, de maquillage... Le suc de certaines variétés de tuna servait et sert toujours à la préparation de fards et de rouges à lèvres. Les femmes des régions au

climat aride n'étaient pas les seules à en profiter, même les Belles de la Cour d'Espagne se fardaient à la tuna.

La recherches cosmétiques modernes sont venues confirmer la valeur du suc du Nopal et du parenchyme (*tissu de base des végétaux supérieurs formé de cellules vivantes présent surtout dans la moelle et l'écorce des tiges, des feuilles et des racines de la plante.*) de ses raquettes pour les soins d'hygiène mais aussi de beauté.

Dans la constitution de produits cosmétiques, le Nopal va remplacer de manière très avantageuse la graisse de baleine (dans la préparation de crèmes et de pommades).

La figue de Barbarie est en voie de prendre une place de choix dans la cosmétique, elle fait de plus en plus parler d'elle, notamment grâce à ses vertus exceptionnelles et miraculeuses. Rendue en crème, elle permet le traitement des rides et des cernes...

L'huile de figue de Barbarie est l'huile la plus chère du monde : les graines de figue de Barbarie subissent un traitement très particulier (lavage, séchage, broyage, extraction de l'huile ...) ; mais surtout, pour une obtenir un litre d'huile, il faut environ 800 kilos de figues. C'est pour cela que la litre vaut 1000 euros. Des laboratoires Canadiens et Européens s'intéressent de près aux vertus incroyables de cette huile « miracle ».

L'huile de figue de Barbarie à toutes ses chances pour bientôt dépasser le phénomène de l'huile d'Argan, l'exploitation des richesses de cette ressource est donc un véritable défi pour la Tunisie.

4) Utilisation dans le domaine médical.

Chez les indiens d'Amérique, le Nopal appartient depuis toujours aux plantes médicinales les plus utilisées. Pour les populations précolombiennes, il est une plante sacrée, au même titre que le Maïs, le Chocolat...La recherche médicale moderne redécouvre avec un intérêt grandissant la plante et ses propriétés. Elle étudie les molécules actives qui la composent et lui permettent lutter efficacement contre quelques unes des affections les plus graves de notre temps : **l'angoisse, l'artériosclérose, le cholestérol, le diabète, l'obésité, la spasmophilie, le stress.**

Principales propriétés du Nopal :

- Hypoglycémiant, il diminue le taux de sucre dans le sang ;
- Il abaisse le taux de mauvais cholestérol ;
- Calmant et défatigant naturel, le Nopal exerce une action sédative contre des affections telles que l'angine de poitrine, les spasmes cardiaques, les maux de tête, d'estomac ;
- Anxiolytique, c'est un tranquillisant naturel ;

- Anti diarrhéique, il purge et régularise le transit intestinal ;
- Antispasmodique, il rééquilibre le système nerveux ;
- Galactogène et fortifiant, il favorise et active la production de lait chez les femmes allaitant leur enfant.

Selon des études cliniques récentes, le Nopal a la capacité d'éliminer l'excès d'ammoniaque accumulé dans certains organes, combat avec succès les radicaux libres, neutralise les toxines qui affaiblissent notre système immunitaire suite à une surconsommation d'alcool ou de tabac.

Par son action tout à fait remarquable sur le système nerveux, le Nopal apporte calme et sérénité à l'organisme stressé. Des praticiens le prescrivent contre la spasmophilie.

Les recherches sur les molécules actives du Nopal ne font que commencer et son utilisation en médecine reste encore très largement empirique.

Les figes tunisiennes sont désormais vouées à un bel avenir pharmaceutique. Ce qui distingue le cactus tunisien des autres, c'est le facteur du terroir. Les caractéristiques des plantes diffèrent selon ce paramètre là. Les conditions climatiques et géologiques jouent un rôle très important.

En Tunisie, les raquettes du cactus servaient et servent encore dans les soins traditionnels. On utilisait les raquettes, frottées en surface pour enlever les épines puis ouvertes en deux tranches, pour les appliquer contre la peau comme cataplasme anti-inflammatoire ou bien encore sur les contusions, les bleus, les hématomes, les plaques eczémateuses. Les raquettes de cactus broyées et coupées en petits morceaux sont utilisées pour soigner les fractures et les entorses, sous forme de cataplasme maintenu avec un bandage. C'est aussi un adoucissant pour les brûlures.

- **Cellulite** : Le Nopal est pourvu de protéines végétales qui aident le corps à éliminer l'excès aqueux de certains tissus cellulaires, diminuant ainsi la rétention d'eau, dont la cellulite représente l'une des conséquences les plus fâcheuses.

- Des études scientifiques démontrent qu'absorbé avant le repas, le Nopal est un **antidiabétique** efficace dans des cas d'hyperlipidémie (taux élevé de cholestérol).

- **Obésité** : En captant et dissolvant les sucres et les graisses transitant par l'estomac et l'intestin, le Nopal contrarie voire empêche leur assimilation normale par l'organisme. Cette faculté de résorber l'excès calorique d'une alimentation trop riche permet aux personnes aux

rondeurs excessives de rétablir et régulariser leur poids sans se soumettre à un régime trop strict ou consommer des médicaments dangereux.

Pris à jeun, avant les repas, le Nopal, très riche en fibres, se révèle un coupe-faim naturel.

- **Hyperglycémie (excès de sucre dans le sang)** : Le Nopal, par sa forte teneur en fibres régularise et freine l'assimilation des molécules de sucre tant au niveau de l'estomac que de l'intestin ce qui induit une diminution du taux de sucre dans le sang.

- **Hyperlipidémie** : De par sa teneur élevée en fibres et en gommes, le Nopal est réputé pour son action bénéfique d'interception des graisses dans l'estomac et dans l'intestin, abaissant ainsi les niveaux de cholestérol et de lipides (graisses) dans le sang à leurs proportions normales. Le Nopal évite ainsi l'accumulation exagérée des graisses dans le sang des personnes sujettes à risques en améliorant la microcirculation artérielle et veineuse. Il contribue à la prévention des problèmes cardiaques en régulant la tension.

- **Ulcères gastriques et désordres gastro-intestinaux** : L'association des fibres végétales du Nopal et de l'effet protecteur de son mucilage parvient à brider la production excessive d'acidité et préserve la muqueuse gastro-intestinale. Cet effet tampon tempère la naissance des colites, ces douloureuses inflammations du côlon éprouvées par les intestins fragiles. Le Nopal agit comme un amortisseur du pH de l'estomac et de l'intestin. Il atténue l'agressivité des aliments crus, trop acides ou trop épicés, de l'aspirine et d'autres substances chimiques,

- Absorbé sous forme d'extrait ou de jus frais, sans adjonction d'eau ou de sucre, le Nopal est un élément bénéfique pour l'estomac et l'intestin.

5) Utilisation pour l'environnement.

- **Engrais Vert** : Dans le figuier de Barbarie rien n'est à jeter. Que ce soit les résidus des raquettes ou des fruits, chaque partie de la plante constitue un excellent fertilisant.

- Par sa présence, l'Opuntia aide à la régénération des sols épuisés par la culture.

- Il fixe les terrains ravinés par les pluies ou sujets aux éboulements, il stabilise les terres sablonneuses et les dunes des rivages maritimes. En Tunisie, aux temps de la Colonie, on utilisait les vieilles raquettes desséchées de l'Opuntia comme fumure des vergers. Réduits en fragments et mis en terre, tous les Opuntia fournissent un excellent engrais. Il est évident que l'on choisissait de préférence pour cela les déchets restés après prélèvement manuel ou industriel des parties nourricières, les plants peu vigoureux ou les sujets à fruits médiocres.

- Autre avantage : la dispersion autour du pied de certaines plantes d'articles d'Opuntia broyés, éloigne les parasites et empêche la prolifération des mauvaises herbes.

- **Protection** : L'Opuntia, dans ses plus grandes variétés forme des haies vives de cactées épineuses infranchissables aux animaux sauvages, nécessitant peu d'entretien tout en offrant la richesse de leurs fruits et de leurs raquettes. Les haies d'Opuntia présentent aussi l'avantage de dresser un obstacle naturel et efficace à la propagation des incendies. Pour planter ces haies, on dispose en ligne des boutures faites d'un ou deux « articles » mises au sec pendant quelque temps. En effet, on constate que les boutures reprennent mieux lorsqu'elles ont été privées d'eau et qu'on les arrose abondamment après les avoir plantées.

- **Plantes anti-pollution** : Le principe est simple : épurer l'air par les plantes. Notre environnement intérieur (domicile, lieu de travail...) concentre encore plus de polluants que l'extérieur. Recourir à des plantes judicieusement choisies pour respirer un air plus sain chez soi est une solution intéressante. Le cactus fait parti de ces plantes qui absorbent les polluants de l'air, lesquels sont ensuite convertis dans les racines en produits organiques, nutriments de base pour la plante.

- **Barrage aux ondes** : En intérieur, un cactus de 30 cm de hauteur réduit à lui seul les effets nocifs d'un écran de télévision ou d'ordinateur, en supprimant les ondes électromagnétiques néfastes. En plus, les cactus ne réclament que très peu de soins et de temps : un arrosage par mois environ. Par ailleurs, à l'inverse des autres plantes, les cactées produisent de l'oxygène la nuit et rejette du gaz carbonique le jour (idéal à placer dans une chambre à coucher).

6) La valorisation du figue de Barbarie en Alimentation animale

Dans une entreprise d'élevage les frais de l'alimentation constituent le poste le plus lourd et représentent 50 à 60 % de coût de production. En milieu aride et semi-aride et en élevage extensif les troupeaux sont souvent confrontés à des périodes de sècheresses où le déficit fourrager devient parfois si inquiétant qu'il menace la vie du cheptel. Des opérations de sauvegarde, quoique coûteuses sont alors inévitables.

Le cactus (Opuntia ficus-indica) est une plante bien adaptée aux zones arides où elle constitue une "Banque fourragère" mobilisable à tout moment de l'année.

Cependant la qualité fourragère de cette plante est limitée par :

- Une haute teneur en eau (+90%)
- Une faible teneur en protéines (- 5%)

- Un rapport Ca/P assez élevé.

Ces inconvénients peuvent être corrigés. Plusieurs techniques sont utilisées pour améliorer la qualité de ce fourrage :

➤ □ Technique d'ensilage :

L'ensilage est réalisé par fermentation du cactus haché et mélangé à d'autres additifs (paille, foin de luzerne, mélasse, urée....). Le cactus ainsi ensilé est équilibré en matière azotés , les épines sont gonflées et inoffensives.

➤ Farine de cactus.

Sous une forme réduite en farine, cette plante aqueuse est mieux ingérée, facile à transporter et à stocker. La farine du cactus peut être incorporée comme ingrédient pour la fabrication d'aliments composés.

➤ Hachage et séchage.

C'est la technique la plus élémentaire car elle ne consiste qu'à l'enlèvement des épines, le hachage des raquettes. Le séchage pendant quelques jours (2 à 3) permet la réduction de leur teneur en eau et par conséquent l'amélioration de l'ingestion.

Ces techniques peuvent faire du cactus une ressource de base pour le développement d'une Industrie de production des viandes rouges. L'affinité particulière du dromadaire vis-à-vis de cette plante justifie la promotion de cet élevage.

C / UTILISATION ET VALORISATION AGRO- INDUSTRIELLE DE FIGUE DE BARBARIE

C.I / COMPOSITION CHIMIQUE ET CARACTERISTIQUES D'OPUNTIA FICUS INDICA

1) Caractéristiques générales des espèces

Les différentes variétés d'Opuntia spp. possèdent, simultanément, communes et diverses caractéristiques. L'une de ces caractéristiques est la capacité à résister à des températures élevées et à de longues périodes de sécheresse ce qui rend l'espèce Opuntias très adapté à la production dans les zones arides et semi-arides.

Certaines espèces sont largement utilisées pour la production de fruits en raison de leur haute qualité nutritive et alimentaire. Tel est le cas avec Opuntia ficus-indica, Opuntia hyptiacantha, Opuntia megacantha et Opuntia streptacantha.

Certaines autres espèces produisent des fruits de couleur différentes, ce qui représente un attrait supplémentaire pour les consommateurs. D'autres espèces sont plus appropriées pour la production de cladodes et des raquettes à utiliser comme des légumes (nopalitos), tels que les variétés d'Opuntia robusta, Opuntia leucotricha et Opuntia ficusindica.

Un grand nombre d'espèces tels que Opuntia robusta, Opuntia leucotricha et Opuntia ficus-indica sont utilisées pour la production du fourrage. Tandis que d'autres sont utilisés pour l'élevage de la cochenille.

Le fruit est probablement, la partie la plus intéressante de la plante compte tenu de sa taille, sa faible acidité et sa teneur en sucre utile.

2) Composition chimique à divers états physiologiques des différents parties de la plante

Afin d'utiliser et valoriser industriellement la plante, il est essentiel de déterminer la composition chimique de ses différentes parties. La connaissance de ces caractéristiques et de la composition permet et aide à déterminer les technologies de traitement les plus appropriées et les conditions nécessaires pour produire des produits sains, nutritifs de haute qualité. Les fruits et les raquettes (cladodes) sont largement utilisés pour la fabrication des aliments, mais les fleurs sont considéré comme des légumes et peuvent être consommés en tant que tels.

Les changements de PH, des taux de matières solides solubles et de la teneur en fibres se produisent pendant la maturation et ces caractéristiques doivent être prises en compte lors du traitement des fruits ou des raquettes et ce, en vue de produire les meilleurs produits possibles.

d) Le Fruit de figue de Barbarie

La composition du fruit varie selon le stade de la maturation. Cependant, comme les fruits de figue de Barbarie sont non-climactérique (leurs maturation s'arrête après la récolte), il est important de les cueillir à leurs stade de maturation optimal en vue de leurs traitements transformation et / ou de la commercialisation et / ou consommation. Cette étape optimale est déterminée par un certain nombre de paramètres spécifiques. Plusieurs chercheurs ont proposé et défini différents paramètres afin de définir la meilleure période pour la récolte des fruits : tels que la taille, l'abondance des fruits, les changements de couleur de la peau, la fermeté du fruit, la profondeur de la cavité ou du réceptacle des fleurs, la teneur totale en matières solides solubles (TSS) et la chute des glochides. Etant donnée qu'il n'existe pas un seul indice pour amorcer la récolte, un certain nombre d'auteurs et de chercheurs recommandent la définition de ces paramètres pour chaque espèce de fruit dans chaque zone de récolte.

Ainsi ces chercheurs ont démontré que le taux en TSS augmente rapidement à mesure que la pulpe commence à se développer (par exemple 40-50 jours après la nouaison) et la couleur de la peau commence à changer (lorsque la TSS est de 85-90% du niveau atteint lors de la pleine maturité). Lorsque la coloration de peau est à mi-chemin vers celle du fruit bien mûr, le TSS est 12 à 15 %, et ce, en fonction du cultivar. A ce stade, le fruit est à son meilleur niveau de qualité pour la consommation ou le stockage. Bien que le TSS augmente légèrement au niveau des fruits bien mûrs, à ce stade, le fruit n'est pas à ses meilleures conditions de stockage et il devient trop mou pour la manipulation. Le tableau n°1 indique les changements les plus significatifs qui s'opèrent au niveau des fruits des espèces de figue de Barbarie au cours de la maturation.

Tableau n°1 : Changements physiques et de composition du fruit de figue de Barbarie pendant la maturation

Stade de maturation	poids	Diamètre min-max	Profondeur de réceptacle	% de pulpe	fermeté	TSS %	pH	Vitamine C
Immature	86	42-44	7,2	44	4,6	0,08	5,2	12
Maturité verte	102	47-49	3,5	57	3,7	0,04	6,1	18
Maturité intermédiaire	105	49-53	1,9	63	2,7	0,03	6,2	16
Mûr	112	50-54	1,4	65	2,4	0,02	6,3	26

Trop mûr	108	49-53	1	75	2,2	0,02	6,4	28
-----------------	-----	-------	---	----	-----	------	-----	----

Selon le tableau ci-dessus, les scientifiques ont noté l'augmentation considérable de la teneur en sucre, du niveau de TSS et de la teneur en vitamine C au cours du processus de maturation, tandis que les caractéristiques de fermeté et d'acidité du fruit chutent.

Cependant, d'autres études ont montré que toutes les espèces d'*Opuntia* (de figue de Barbarie) ne présentent pas le même comportement pendant la maturation.

Les périodes de récoltes (maturité à la consommation) ont été déterminées sur le terrain par les producteurs et ce, sur la base de la couleur et de la texture du fruit.

Le niveau de pH évolue au fur et à mesure que la maturation progresse.

Cela est évident au niveau des espèces d'*Opuntia streptacantha*, *Opuntia ficus-indica* et *Opuntia spp.* la première espèce présente de faibles valeurs de pH (pH d'environ 3) au démarrage de la phase de la maturation, qui tend à augmenter par la suite pour atteindre pH 6. Les deux autres espèces ne montrent pas de changement de pH au cours de la maturation, avec des valeurs constantes près de pH 6.

L'augmentation de la teneur en TSS au niveau des trois espèces atteint de niveaux similaires de l'ordre similaire de 14°Brix.

Par ailleurs, un autre paramètre intéressant pour lequel peu d'informations a été publié est la fermeté des fruits, qui fluctue entre 1,8 et 3,3 N.

La variété *Opuntia streptacantha* présente le fruit le plus ferme et offre par conséquent de meilleures perspectives pour le traitement post-récolte que les deux autres espèces. La perte de fermeté du fruit au cours de la maturation a également été notée par d'autres chercheurs pour des fruits de cultivar *Gialla* cultivé en Sardaigne, Italie.

Cependant, la composition de la plante varie sensiblement en fonction d'une variété de facteurs, y compris les zones de culture ce qui confère une spécificité à chaque produit et ce selon les conditions climatiques, et les caractéristiques et spécificités édaphiques de la région et de la zone de culture.

En ce qui concerne les fruits, par exemple, la composition chimique est affectée au cours de la maturation. Il est essentiel d'avoir une connaissance des caractéristiques de l'espèce et de son adaptation aux conditions locales avant de commencer à les traiter.

La partie comestible du fruit de figue de barbarie se compose de pulpe et des graines. Le rendement en pulpe est l'un des facteurs importants à considérer lors du traitement et la transformation des produits. Des études ont été réalisées par divers auteurs qui ont montré que la quantité de pelage varie en fonction de la zone de culture .

Des chercheurs ont montré que les variétés d'Opuntia ficus-indica cultivées au Chili , présentent une proportion de l'écorce de 50,5 g / (100 g) , et de 49,6 g / (100 g) de composants alimentaires (pulpes et graines) dont 78,9 g / (100 g) de pulpe et de 20,1 g de graines / (100 g). Pour les fruits cultivés en Arabie Saoudite les chercheurs(, Sawaya et al), ont trouvé des proportions de 88 g de pulpe et 12 g de graines / (100 g) dans des composants alimentaires et ce, pour la même espèce. En Argentine, le pourcentage de pulpe était mesuré à 54,7 g / (100 g) et celui de l'écorce et des graines à 42,3 g / (100 g) de fruit.

Un certain nombre d'auteurs ont mené des études sur la composition chimique du fruit de figue de barbarie (y compris Sawaya et al ; . Sepúlveda et Sáenz; Ewaidah et Hassan; Cacioppo; Sáenz , Sepúlveda et Moreno ; Muñoz de Chávez et al ; Rodríguez et al ; . Paroisse et Felker; Sáenz et Sepúlveda). Le tableau 2 montre la composition chimique de la partie comestible de fruits de plantes cultivées dans les différentes régions du monde :

L'eau est le composant principal du fruit, ce qui lui rend précieux dans les régions arides et semi-arides. L'eau contenu est protégé par la pelure(écorce) qui se trouve épaisse et riche en mucilage qui lie fortement l'eau et aide à prévenir la déshydratation des fruits .

Le tableau n°2 présente la composition minérale des composants alimentaires des fruits de figue de barbarie cultivés dans un certain nombre de pays. Les variations peuvent être attribuées à l'emplacement et des zones de culture des plantes, des pratiques culturelles appliquées, de l'application des engrais et de l'irrigation, du climat et des différences génétiques entre les variétés.

Tableau n°2 : Composition chimique de fruit de figue de Barbarie (g/ 100 g de produit)

Minéral	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Calcium	24,4	49	27,6	12 ,8	
Magnésium	98,4	85	27,7	16,1	
Fer		2,6	1,5	0,4	
Sodium	1,1	5	0,8	0,6	1,64

Potassium	90	220	161	217	78,72
Phosphore	28,2		15,4	32,8	

Des études ont été menées et ont exploré la composition chimique et minérale des fruits de figue de barbarie de différentes couleurs : les fruits verts, violets et oranges.

Les auteurs de ces études ont constaté qu'il existe des variations insignifiantes dans la composition chimique du fruit de figue de barbarie présentant différentes couleurs. Les variations de la teneur des éléments minéraux dans les fruits peuvent être attribuées à leur origines différentes.

Tableau n°3 : Composition chimique de pulpe de figue de Barbarie g/[100 g] de fruit

Paramètre	Fruit de figue de barbarie vert	Fruit rouge (pourpre)	Fruit Orange
Humidité	83,8	85,98	85,1
Protéine	0,82	0,38	0,82
Matière grasse	0,09	0,02	
Fibre	0,23	0,05	
Cendre	0,44	0,32	0,26
Sucre totaux	14,06	13,25	14,8
Vitamine C (mg [100 g]-1)	20,33	20	24,1
b-carotene (mg [100 g]-1)	0,53		2,28
Betanin (mg [100 g]-1)		100	

Tableau n°4 : Composition minérale de pulpe de figue de Barbarie g/[100 g] de partie comestible du fruit

Mineral	Fruit de figue de barbarie vert	Fruit rouge (pourpre)	Fruit Orange
Calcium	12,8	13,2	35,8
Magnésium	16,1	11,5	11,8
Fer	0,4	0,1	0,2
Sodium	0,5	0,6	0,9

Potassium	217	19,6	117,7
Phosphore	32,8	4,9	8,5

Photo n°1 : figue Barbarie de couleurs différentes



e) Les raquettes (Les cladodes) :

Les raquettes se révèlent précieuses à l'usage industriel. Ainsi, quand elles sont encore des tiges tendres (10-15 cm de longueur) , elles peuvent être utilisées comme des légumes comestibles (type Nopalitos) mais quand elles sont partiellement lignifiées à 2-3 ans, elles peuvent être utilisées pour la production de farines ainsi que d'autres produits. Cependant si ces raquettes se trouvent complètement lignifiées elles peuvent être utilisées comme bio-combustible.

Tableau n°5 : la variation de la composition de raquettes à différents âges .

Age	description	Proteine	m.grasse	cendre	Fibre crue	Extrait non nitrogenic
0,5	Jeune tige	9,4	1	21	8	60,6
1	Jeune feuille	5,4	1,29	18,2	12	63,1
2	Jeune feuille	4,2	1,4	13,2	14,5	66,7
3	Jeune feuille	3,7	1,33	14,2	17	63,7
4	Tige lignifié	2,5	1,67	14,4	17,5	63,9

Des chercheurs ont entrepris une étude sur une 20 variétés de figue de Barbarie, en vue d'analyser les tiges lignifiées, les raquettes matures ainsi que les jeunes raquettes. Les résultats de ces études ont permis aux auteurs de constater que la teneur en protéines était plus élevée dans les pousses et que la teneur en fibres s'est accrue avec l'âge du cladode, atteignant 16,1% dans les tiges lignifiées et près de 8% au niveau des jeunes tiges.

D'autres recherches ont montré que la composition chimique des jeunes et fraîches tiges était principalement formé d'eau de l'ordre de 91 g / (100 g), de 1,5 g de protéines / (100 g), de 0,2 g de matières grasses / (100 g), de 4,5 g de glucides totaux / (100 g) et de 1,3 g de cendres / (100 g), dont 90 mg de calcium / (100 g). En outre, les mesures effectuées ont montré l'existence à des valeurs de 11 mg / (100 g) de vitamine C et de 30 µg caroténoïdes / (100 g) et de 1,1 g de teneur en fibres / (100 g), ce qui se révèle comparable en valeur à la composition chimique des épinards.

f) Fleurs

Comme les jeunes raquettes ou nopalitos ou cladodes, les fleurs peuvent être considérées comme des légumes et consommées en tant que tel. Des études menées ont indiqué que certains composants sont utiles dans la lutte contre l'hyperplasie bénigne de la prostate parce que des extraits de fleurs séchées ont montré des effets bénéfiques lors de traitement à base des fleurs.

3/ Les valeurs nutritionnelles et les propriétés fonctionnelles des Fruits et des raquettes de figue de Barbarie:

La demande des consommateurs suit une tendance récente pour des aliments ayant une valeur nutritive plus élevée ainsi que des indications thérapeutiques des produits ce qui a engendré et a donné naissance à une nouvelle catégorie d'aliments fonctionnels ayant des avantages et des bénéfices sur la santé incluant la prévention des maladies.

a) Les valeurs nutritives des fruits et des raquettes:

Selon les chercheurs, les fruits de figues de Barbarie ont une valeur nutritionnelle comparable à celle d'autres fruits, Bien que la teneur en solides solubles (TSS) soit beaucoup plus élevée que celle contenu dans de nombreux autres fruits populaires tels que les pommes, abricots, cerises, melons, pêches et prunes. Cette caractéristique rend les figues de figue de Barbarie appropriées au traitement par concentration ou par

déshydratation, profitant ainsi de l'activité de l'eau réduite et la teneur en sucre élevée en tant que moyen de conservation.

La plupart des sucres présents dans les fruits sont de types réduits, avec environ 53 % de glucose et 47% fructose. Le glucose qui se révèle le seul métabolite énergétique des cellules cérébrales et nerveuses, se trouve dans les figues de Barbarie en forme libre et qui peut être absorbé directement par le corps.

Le Fructose contribue à améliorer la saveur, car il est plus sucré que le glucose et le saccharose se révèle facilement absorbé par le corps.

Les fruits de figues de Barbarie contiennent des valeurs allant de (0,21 à 1,6 g) de protéines / [100 g] de fruit, (de 0,09 à 0,7 g) de matière grasse / [100 g] , (de 0,02 à 3,15 g) de fibres / [100 g] et (0,4-1,0 g de cendres / [100 g] sont similaires à d'autres fruits.

Le pouvoir calorifique de pulpe de fruits de figue de Barbarie varie entre 31 et 50 kcal (100 g) du fruit, ce qui est comparable à d'autres fruits tels que les pommes, oranges, les pêches et les poires.

Par contre, la teneur totale en acides aminés libres est de (257,24 mg / [100 g] de fruit) se révèle plus élevé que la moyenne des autres fruits, bien que les agrumes et les raisins présentent des valeurs similaires.

Le fruit Figuier de Barbarie a un niveau relativement élevé de sérine, d'acide butyrique g - amino , et contient également de la glutamine, de la proline, de l'arginine et de l'histidine.

Des auteurs ont constaté un niveau élevé de taurine dans les fruits d'espèce d'Opuntia ficus-indica cultivé en Afrique du Sud et au Mexique, avec des valeurs allant de 323,6 mg/ l à 572,1 mg/l. La présence de cet acide aminé reste inhabituelle dans de nombreuses plantes . L'importance de cet acide aminé réside de son implication dans développement de la rétine et son rôle dans la synthèse des acides biliaires que le corps humains synthétise en quantités limitées.

La teneur en acide ascorbique atteint des valeurs élevées avoisinant 40 mg/ (100 g) , ce qui semble largement supérieur à celles contenus dans les pommes, les bananes, les raisins et les poires .

Le fruit est aussi une bonne source de minéraux , tels que le potassium avec une teneur de (217 mg / [100 g]) , mais semble ne contenir qu'une faible teneur en sodium (0,6 à 1,19 mg / [100 g]) , ce qui se révèle bénéfique pour des malades présentant des problèmes rénaux et d'hypertension. Il est également riche en calcium et en phosphore , avec respectivement des niveaux de 15,4 à 32,8 mg / (100 g) et de 12,8 à 27,6 mg / (100 g).

Le calcium et le phosphore sont importants pour la formation osseuse et composent les trois quarts du contenu minéral de l'organisme. Bien que la figue de Barbarie ait le potentiel de délivrer le calcium dans le régime alimentaire mais plus d'études sur la bio – disponibilité de ce minéral sont nécessaires. La teneur en phosphore est similaire à celle trouvée dans d'autres fruits tels que les cerises, abricots, melons et les framboises.

Comme beaucoup d'autres légumes, les raquettes (les cladodes) contribuent à l'apport des niveaux élevés d'eau dans l'alimentation et sont aussi précieux pour leur teneur en fibres.

Les raquettes font partie du régime alimentaire de base des Mexicains et sont très populaires au sud des États-Unis où une population d'Origine mexicaine y vit. Le légume est riche en fibre alimentaire à des niveaux comparables avec ceux d'autres fruits et légumes , tels que la mangue , melon , abricot , raisin , épinards , artichauts , betteraves , aubergines , brocolis et radis. L'analyse de la valeur alimentaire de la plante ont montré une haute teneur en eau de l'ordre de 90,1 g / (100 g) , et des faibles teneurs en lipides, glucides et de protéines ainsi qu'une haute teneur en fibres de 0,3 ; 5,6 ; 1,7 et 3,5 g / (100 g) , respectivement.

La raquette (cladode) de figue de Barbarie est également riche en minéraux, particulièrement le calcium et le potassium, à des teneurs de 93 mg / (100 g) et de 166 mg / (100 g), respectivement. La faible teneur en sodium, à 2 mg / (100 g) présente ainsi des avantages pour la santé. Dans une étude réalisée sur les jeunes tiges de cladode, les auteurs ont montré que le calcium ne serait pas facilement absorbé par l'organisme, car il existe sous forme de cristaux d'oxalate de calcium. En outre, les jeunes tiges contenaient des quantités modérées de caroténoïdes (30 ug / 100 g) et de la vitamine C (11 mg / [100 g]).

D'autres auteurs ont décrit la valeur nutritive de jeunes tiges fraîches comme comparable avec celle de la laitue ou les épinards, avec l'avantage qu'ils peuvent être produits rapidement et abondamment à partir de plantes exposées à des températures élevées ne requérant que des quantités minimales d'eau. Ces mêmes conditions sont défavorables pour la production de la plupart d'autres légumes à feuilles.

b) Les propriétés fonctionnelles des fruits et des raquettes de figue de Barbarie :

Les Composés fonctionnels sont ceux qui aident à prévenir les maladies. Les fruits et les raquettes de figues de Barbarie fournissent des sources intéressantes de composés fonctionnels, y compris les fibres, les hydrocolloïdes (mucilage), les pigments (bétalaïnes et caroténoïdes), les minéraux (calcium et potassium) et des vitamines

présentant des propriétés antioxydantes, telles que la vitamine C. Ces composés sont évalués pour leur contribution à une alimentation saine et aussi comme ingrédients pour le développement de nouveaux aliments.

La teneur de ces composés des fruits diffère de ceux des raquettes. Par exemple, la pulpe du fruit est riche en vitamine C, tandis que les raquettes sont plus riches en fibres. En plus, les pigments se trouvent principalement au niveau des fruits, alors que les bêtaïnes et les caroténoïdes sont présents dans la peau et la pulpe de différents écotypes de fruits de figue de Barbarie.

Ces composés peuvent être incorporés dans de nouvelles gammes de produits connus comme des aliments fonctionnels, qui sont des aliments ou des boissons qui fournissent des avantages physiologiques. Ils améliorent la santé, aide à prévenir ou à traiter les maladies et / ou d'améliorer le rendement physique ou mentale avec l'addition d'un ou plusieurs ingrédients fonctionnels ou en utilisant les biotechnologies appropriées.

Parmi les composés alimentaires fonctionnels disponibles on peut citer les fibres qui sont les composés des plus étudiés. Des études qui ont été mené, ont contribué à établir la valeur nutritionnelle et les relations entre les régimes riches en fibres et leurs impacts sur la santé de la population (par exemple le contrôle du taux de cholestérol et / ou la prévention des maladies telles que le diabète et l'obésité). La plupart des consommateurs sont familiers avec ce genre d'information.

Les fibres alimentaires se composent de différents composants tel que la cellulose, les hémicelluloses et la lignine. Ces fibres peuvent être classées comme soluble dans l'eau ou insoluble. La famille des fibres solubles est constituée de mucilage, des gommes, pectines et hémicelluloses, tandis que ceux insolubles sont formées principalement par la cellulose, la lignine et une grande fraction d'hémicelluloses.

Ces fractions de fibres provoquent différents effets physiologiques. Les fibres solubles sont plutôt associées à la réduction de glucose et de cholestérol, et à la stabilisation du vidange gastrique tandis que les fibres insolubles favorisent l'augmentation et l'intensification de la capacité de waterbinding (augmentation du poids des selles excréments), l'échange ionique et l'absorption des acides biliaires, des minéraux, des vitamines et d'autres composés, aussi bien que l'interaction avec la flore microbienne.

Les fruits frais de figue de Barbarie sont normalement consommés avec ses graines, ce qui contribue à l'apport d'importantes quantités de fibres dans l'alimentation.

Des recherches ont montré que la teneur en fibre varie énormément, en fonction de l'espèce, ainsi la variété *Opuntia streptacantha* contient des teneurs de l'ordre de 2,73 tandis que celle d'*Opuntia ficus-indica* contient 11,38

Quant aux Raquettes (cladodes), elles sont aussi une source importante de fibres, de calcium et mucilage, qui sont des composés utiles pour une alimentation saine.

Les pigments présents dans les fruits de figue de barbarie tels que les caroténoïdes et les Bétalains sont considérés comme de valeur industrielle inestimable.

Bien que le pouvoir antioxydant des bêta-carotènes et de flavonoïdes soient bien connus celui des bétalaïnes ont récemment commencé à être étudiés. Un régime comprenant ces composants peut prévenir et empêcher le vieillissement cellulaire.

A cet égard la figue de Barbarie peut être comparée à des fruits comme les oranges ou les raisins rouges.

c) Les Caractéristiques technologiques et de transformation

En dehors de la composition chimique et la valeur nutritionnelle du fruit de figue de Barbarie ainsi que des cladodes et des autres parties comestibles du fruit, il existe d'autres caractéristiques importantes qui présentent des défis supplémentaires lors de la transformation des fruits. Les valeurs de pH élevées (5,3 à 7,1) retrouvées dans de nombreuses variétés d'*Opuntias* placent les fruits dans la catégorie peu acide (pH supérieur à 4,5). Ce qui nécessite un traitement thermique d'au moins 115,5°C pour favoriser un contrôle optimal des micro-organismes. Les valeurs hautes aussi bien du pH que de la teneur totale en solides solubles (TSS) font de la pulpe de figue de Barbarie un milieu idéal pour la croissance et la prolifération des micro-organismes.

Divers acides, même à des petites concentrations, contribuent à l'acidité du fruit. Des chercheurs ont étudié la présence des acides organiques dans les jus de trois variétés de figuier de Barbarie. Ils ont constaté que l'acide citrique a prédominé, à environ 17 mg/(100 g), suivi de l'acide aminé oxalique, malique et succinique dans des proportions différentes dans les trois variétés.

Bien que présente à des faibles concentrations dans les pulpes de fruits, la pectine est partiellement responsable de la viscosité et se révèle un ingrédient utile et indispensable pour la production des confitures et des gelées.

Le pourcentage de pelure (peau), la pulpe ainsi que des graines est semblable entre les différentes variétés de figues de barbarie, bien que le pH, l'acidité et des valeurs de Brix varient sensiblement ce qui nécessite la prise en compte de ces différences lors du traitement du fruit.

L'existence de plusieurs variétés de figues de Barbarie présentant différents couleurs élargit les possibilités d'industrialisation du fruit. Le tableau n° 6 compare les caractéristiques technologiques des trois écotypes de fruits de figues de Barbarie de différents couleurs cultivés. Les trois ecotypes du fruits sont présents commercialement en Tunisie, et des études ont révélé que les agriculteurs sont intéressés par la plantation d'écotypes de couleur, en particulier pourpre et fruits de couleur orange.

Les Fruits de figue de Barbarie de couleur verte présente une meilleure texture ainsi qu'une saveur plus sucrée que les fruits de couleur pourpre ou ceux de couleur orange, qui tendent à être plus farineux. Les fruits de couleur Pourpre ou orange semblent ne pas être plus attrayants que ceux de couleur verte lors de la consommation du fruit frais en état. Néanmoins, les fruits de couleur pourraient avoir un grand potentiel pour le traitement industriel, peut-être plus que les cépages blancs (avec de la pulpe de couleur verte), et ce, à cause du chlorophylle qui se révèle un pigment sensible au traitement thermique qui risque de provoquer des changements défavorables à l'arôme et à la couleur du fruit après transformation du fruit.

Les couleurs orange et violette des fruits, causés respectivement par les caroténoïdes et bétalaïnes, sont des raisons importantes pour traiter les fruits industriellement et ouvre la possibilité de développer des produits de couleurs différentes très attrayants pour une clientèle cherchant l'exotisme des fruits. Cependant, au cours des dernières années, un certain nombre des études ont été mené pour tester la stabilité de certains de ces pigments, à la fois pour l'isolation des pigments et la transformation des produits. Ces pigments, en particulier le chlorophylle se révèle affectés par le traitement thermique. Des chercheurs ont rapporté que la couleur verte de jus de fruit change facilement suite à la dégradation du chlorophylle. Cet effet peut être accentué par l'ajout de l'acide utilisé en vue d'assurer la stabilité microbiologique du produit. En ce qui concerne le jus de fruit de figue de Barbarie de couleur pourpre cet effet est minimisé grâce à la présence des bétalaïnes qui affichent une plus grande stabilité que le chlorophylle sous les mêmes conditions de traitements thermiques et de variations de pH.

La viscosité de la pulpe de fruit de figue de Barbarie est influencée par la présence de pectine et du mucilage, et ce, en raison de leurs capacités à retenir et à fixer l'eau. Les pectines et le mucilage sont considérés comme des hydrocolloïdes et sont des éléments et des composés précieux comme fibres alimentaires. Une fois extrait de la pulpe, ces composés peuvent être utilisés comme agents épaississants et gélifiants dans les produits alimentaires.

D'autres composants mineurs, mais pas de moindre importance sont les composés volatils responsables de l'arôme de figues de Barbarie. Ce sont principalement les alcools et spécialement de l'éthanol. D'autres composés caractéristiques du fruit de figue de Barbarie comprennent des alcools insaturés et d'aldéhydes insaturés, y compris 2,6 nonadiénal et 2-nonénal trouvé dans les variétés vertes et violettes.

L'arôme délicat du fruit peut être affecté par le traitement, certains produits prennent l'odeur du foin ou de l'herbe quand ils ont été traités thermiquement. C'est une question qui gagneraient à être étudiée, bien que dépendent beaucoup des exigences relatives à la transformation des produits .

Quant aux tiges jeunes et fraîches (nopalitos), la présence de polyphénols provoque le noircissement conduisant à des problèmes de préservation des produits fabriqués. Les polyphénols sont des antioxydants précieux dans les aliments.

En outre, les niveaux d'acide dans les jeunes tiges varient sensiblement tout au long de la journée, à la suite de la CAM métabolisme. Ces niveaux devraient être pris en compte au moment de la récolte car cette acidité peut être utilisée pour favoriser la préservation et de rendre les produits plus attrayants et puissent rencontrer leurs clientèles cibles.

Tableau n°6 : Caractéristiques technologiques de pulpe de fruit de figue de Barbarie (g/(100g))

Paramètre	Fruit vert	Fruit violet	Fruit Orange
Pulpes et graines	49,6	37,9	59,3
Ecorces (pelures)	50,4	62,1	40,7
PH	6,37	5,85	6,1
Acidité (% d'acide citrique)	0,06	0,04	0,043
	14,06	14,5	14,8

°Brix 5 (TSS)			
Solides totaux	16,2	14,12	14,9
Pectine	0,17		0,04
Viscosité (mPa s)	73,9	119,2	45

4) Les Utilisations potentielles de figue de Barbarie :

La plante de figue de Barbarie offre de nombreuses possibilités pour la transformation des fruits et des raquettes (cladodes). Tout comme d'autres plantes comestibles, les fruits et les raquettes de figues de Barbarie peuvent être conservées et traitées à l'aide de différentes technologies et pratiques. Un certain nombre d'aliments traditionnels sont préparés à partir de figue de Barbarie, y compris les produits à base de fruits tels que : les confitures, jus de fruits et nectars, fruits secs, jus concentrés et sirops; et les liqueurs. Les Pickles (napolitos semi-conserves en saumures), jus de fruits, confitures et un certain nombre d'autres produits peu transformés peuvent être produits à partir des cladodes (raquettes).

Un certain nombre de composés fonctionnels peuvent également être extraits et utilisés pour élaborer et enrichir de nouveaux aliments. Ceux-ci comprennent des additifs naturels tels que les gommages ainsi que des colorants à fort potentiel pour l'industrie alimentaire, pharmaceutique et cosmétique. Des Produits riches en fibres peuvent être fabriqués pour aider à contrôler le diabète et l'obésité. La plante est également l'hôte de la cochenille et donc la base de la production d'un très appréciée colorant naturel.

L'utilisation intégrée de la plante de figue de Barbarie fournit et offre le potentiel pour établir et créer un pôle d'industrie connexes, à petite et grande échelle, artisanale et / ou industrielle ou commerciale.

Les points clés pour la création de projet industriel sont l'offre et la demande, la maximisation du retour sur investissement et l'utilisation efficace des matières premières. Ceci permet l'augmentation des rendements nets et d'éviter le gaspillage. Les sous-produits ainsi que les déchets ne pouvant pas être utilisés directement sape la rentabilité et, s'ils ne sont pas traités ou éliminés de façon appropriée, peuvent entraîner la contamination et la pollution de l'environnement.

Le Tableau n°7 décrit les options de traitement et de transformation d'Opuntia Ficus Indica. De nombreux secteurs industriels pourraient bénéficier de l'utilisation de cette espèce de figue e Barbarie. Il s'agit notamment de l'industrie alimentaire ainsi que les secteurs de la construction, pharmaceutique associé aux industries cosmétiques. Les opportunités de la production sont les suivantes :

- L'industrie alimentaire et des boissons (par exemple divers produits alimentaires et boissons alcoolisées et non – alcoolisées boissons à base de fruits et des jeunes raquettes (nopalitos)) ;
 - L'industrie de l'alimentation du bétail (par exemple des suppléments à partir des raquettes et des déchets de traitement des fruits, y compris les écorces) ;
 - industrie pharmaceutique (par exemple des extraits de mucilage favorisant la protection des muqueuses gastriques, des comprimés et des capsules de poudre de cladode et fleur extraits) ;
 - L'industrie cosmétique (par exemple des crèmes, shampooings et lotions à partir des raquettes) ;
 - industrie des compléments alimentaires (par exemple les fibres et les farines de raquettes) ;
 - L'industrie des additifs naturels (par exemple des gommes de raquettes et des colorants à base du fruit) ;
 - Industrie de la construction (par exemple composés de liaison de mucilage / raquettes);
 - Secteur de l'énergie (par exemple le biogaz de digestion des raquettes et des déchets des flux de l'usine ; raquettes lignifiées utilisés brûlés comme bio-combustible) ;
 - Intrants agricoles - (par exemple des sols organiques (fertilisants) , matériaux et d'amélioration du drainage à partir de l'utilisation des produits de figue de Barbarie) ;
 - Secteur du tourisme (par exemple produits artisanaux fabriqués à partir des raquettes lignifiées) ;
 - Industrie du textile (par exemple de l'utilisation de colorants naturels , tels que le carmin de cochenille)

Il existe un large éventail de possibilités d'utilisation des différentes parties de la plante. Divers espèces d'Opuntia sont disponibles avec des fruits de couleurs différentes, les raquettes présentent de nombreuses utilisations et ce, en fonction du stade de maturité (soit pour l'alimentation humaine ou celle de bétail). La consommation de ces aliments

présente de nombreux avantages sur la santé des personnes: des études ont montré que les légumes augmente la la valeur nutritionnelle des régimes. Dans les régions où la sécurité alimentaire fait défaut, la plante pousse là où d'autres échouent. En outre, il existe la possibilité de reproduction cochenille sur raquettes et la récolte de ces insectes pour une éventuelle transformation en colorants. Il existe aussi un potentiel de valorisation en des gammes de composés fonctionnels comme compléments alimentaires ainsi qu'en industries cosmétiques. Comparé à l'autre plantes, les espèces d'Opuntias ont l'avantage de multiples utilisations dans l'agro-industrie.

Tableau n°7 :Produits alimentaires, sous-produits et additifs obtenus à partir de fruit de figue de Barbarie et des cladodes

Produits	Produits	Sous-produits
Fruits	cladodes	Fruits et cladodes
Jus et nectars	Jus	Huile de graine de figue de Barbarie
Confitures, gels et gelées	Cladodes en saumure et marinés	Mucilage à partir des cladodes
Fruits séchés (deshydratés)	Confitures et gelées	Pigments à partir des fruits et des pelures(écorces)
Edulcorants	Farines de cladodes séchées	Fibres alimentaires à partir des cladodes
Alcools, vins et vinaigre	Alcool	Aliments de bétail à partir de pelures et des graines
Fruits conservés	Confiseries	
Fruits et pulpe congelées	Sauces	
	Cladodes jeunes (nopalitos)	

Compte tenu de l'intérêt particulier et de la valeur des produits non-alimentaires fabriqués à base des fruits et des raquettes de figue de Barbarie, un bref résumé suit la description de quelques caractéristiques du produit. La production alimentaire est décrite dans les chapitres prochains.

L'un des secteurs industriels les plus actifs est celui de la production des additifs naturels . Tout produit naturel est très apprécié parce que les consommateurs associent les produits naturels avec les notions de santé et de sécurité, même si ce n'est pas toujours vraisemblable. Les industries produisant des additifs sont toujours à l'affût des produits

naturels pour leurs utilisations dans l'industrie alimentaire, pharmaceutique et cosmétique. Pendant des siècles, les espèces d'Opuntia ont été un hôte naturel des insectes de cochenille (*Dactilopius coccus*) à partir des quelles un colorant naturel carmin est extrait .

La couleur rouge intense de ce pigment est encore plus attrayante en raison des récentes doutes quant à la sécurité d'un grand nombre des colorants rouges synthétiques, dont un grand nombre ont été retirés et interdits d'utilisation par la législation.

Le principal inconvénient de la cochenille est à caractère agronomique car cet insecte se révèle un ravageur aux plantations d'Opuntia. La solution idéale est de séparer les plantations des fruits à commercialiser et des cladodes de ceux destinées à la production des insectes du cochenille.

La Gestion des cultures est la clé de la prévention plantations alimentaires de l'attaque des insectes. Des plantations commerciales de cochenille existent au Chili et aux Îles Canaries .

Au Chili , une frontière géographique a été établie pour séparer la culture de figue de Barbarie de celle de cochenille pour éviter les problèmes d'invasion des ravageurs dans les plantations des fruits. Cependant , au Pérou les mêmes plantations produisent à la fois des fruits et des cochenilles.

L'extraction des composés de bétalaïne à partir du fruit de figue de Barbarie de couleur rouge ou violette a été exploré quelques années en arrière. Ces composés sont des pigments dérivés de l'acide betalamique solubles dans l'eau, dont la stabilité est affectée par le pH. Ils sont plus stables à pH 4-6. Ils sont divisés en deux groupes principaux : les bétacyanines (rouge) et betaxantines (jaune), qui ont des absorbances aux longueurs d'onde respectivement de 540 nm et 480 nm. Il ya plusieurs composés dans le groupe betacianine ,y compris la bétanine , qui est principalement responsable de la couleur rouge.

La Bétanine aussi appelée « betterave rouge» est acceptée et utilisée comme une couleur naturelle des aliments qui ne sont pas traités thermiquement, tels que les yaourts , les crèmes glacées et les sirops .Ce composé est extrait de la pelure et de la pulpe du fruit et varie en concentration selon les espèces. Il serait utile de déterminer l'espèce la plus forte en concentration de ce pigment.

Les fruits de figues de Barbarie contiennent des quantités variables des graines, selon les variétés, qui ont tendance à être élevée (10-15 g / [100 g]) . Étant donné que les graines doivent être enlevés à partir de la pulpe du fruit avant la fabrication et la transformation de la

plupart des produits, plusieurs pays ont déployé des efforts et réalisé des études nécessaires pour découvrir des nouvelles et des éventuelles utilisations de ces graines. Ces recherches ont porté sur l'analyse du rendement et la composition de l'huile extraite à partir des graines de figue de Barbarie. Ils ont conclu à la présence d'un des niveaux les plus élevé d'acides gras insaturés ainsi d'acide linoléique et une faible teneur en acide linoléique, ce qui pourrait affecter la stabilité du produit . Ceci suggère que les graines contiennent une huile potentiellement comestible et à usage aussi cosmétique .

D'autres chercheurs ont analysé les graines de fruits cultivés au Maroc et ont souligné la disponibilité et la présence d'huile et aussi une teneur en fibres de cellulose de l'ordre de (54,2 g / [100 g]). Plus tôt, d'autres chercheurs ont étudié la possibilité de l'utilisation des graines pour l'alimentation animale , et les résultats publiés ont souligné les limites de la teneur élevée en teneur en fibres. Les rendements d'extraction des huiles comestibles sont de l'ordre de 6-17 % qui , pour un flux de sous-produit , il est comparé raisonnablement avec d'autres oléagineux couramment utilisés, ce qui soulève les opportunités d'exploitation commerciale des produits. La valorisation, la production et l'extraction d'huile est seulement susceptible de devenir viable qu'en association à un projet intégrée de traitement utilisant toutes les parties de la plante et en tirant avantage des opportunités des faibles coûts qui découlent de la disponibilité de matières premières de faible valeur ajoutée.

Les cladodes disposent d'une teneur élevée en fibre et peut être obtenue par leurs séchage et broyage. La farine ou la poudre obtenue est utilisée dans les produits alimentaires, comme compléments alimentaires ainsi qu'en industries pharmaceutiques. Des comprimés ou des capsules de fibre de cladodes ont été disponibles sur le marché Mexicain depuis de nombreuses années, où ils sont utilisés pour contrôler l'obésité et le niveau de diabète. Au Mexique depuis les années 1980 , un certain nombre d'études ont été réalisées sur l'utilisation de *Opuntia ficus-indica* et *Opuntia streptacantha* à des fins médicinales . Une étude publiée sur le contrôle du diabète a évalué la consommation de capsules commerciales de raquettes séchées d'*Opuntia ficus-indica* chez les patients atteints de diabète. Les résultats ont montré que la dose minimale recommandée, de 30 capsules, par jours requis afin d'obtenir un effet notable était impraticable.

D'autres études ont donné ailleurs des résultats différents et ce, selon la posologie, le mode de l'ingestion et le type d'*Opuntia* utilisé. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec *Opuntia streptacantha*. Les chercheurs ont confirmé des preuves de l'effet hypoglycémiant des raquettes d'*Opuntia fulginosa*. Depuis, des études concluantes ont été publiées sur le

mécanismes impliqués et / ou la valeur des raquettes pour le contrôle du diabète.

Plus récemment, de nouvelles possibilités de valorisation des produits à base d'extraits de cladodes et d'écorces de fruits ont été identifiés pour usage dans l'industrie pharmaceutique.

Au cours des dernières années, un certain nombre d'auteurs ont démontré et constaté d'autres effets physiologiques, qui ouvrent des possibilités de développement de nouveaux produits pharmaceutiques à base des extraits de cladodes, ainsi que de la peau (pelure) du fruit. Des auteurs ont entrepris des travaux de recherches sur le pouvoir protecteur des ces produits sur la muqueuse gastrique en vue de prévenir les ulcères gastriques. Les effets anti-inflammatoires d'un extrait de cladodes ont été étudiés par Loro, Del Río et Pérez-Santana, et des effets antioxydants ont été examinés par Lee, Jang et Kim .

En outre, d'autres chercheurs arabe en l'occurrence saoudite ont étudié les propriétés antivirales des extraits d'*Opuntia streptacantha*. Enfin, un produit à base d'extrait déshydraté de la peau du fruit d'*Opuntia ficus-indica*, fabriqué aux Etats-Unis et classé en tant que complément alimentaire, et a été démontré ses effets pour soulager les effets de l'alcool («gueule de bois»). Les résultats de ces différentes études offrent de nouvelles possibilités pour *Opuntias* en médecine.

Le mucilage est un autre élément qui a été mentionné pour son importance physiologique. Ces composés sont présents à des proportions différentes dans les raquettes et dans la peau et la pulpe du fruit .

Des études menées ont montré de faibles rendements et pourcentages de mucilage dans les différentes parties du fruit : soit 0,5% dans les écorces et 1,2% en raquettes. Cependant, ces hydrocolloïdes peuvent présenter un intérêt industriel car ils peuvent être extraits à partir de cladodes matures. Cela peut fournir une utilisation des raquettes taillées de plantes cultivées pour la production de fruits. Ces hydrocolloïdes peuvent être utilisées dans la fabrication de large gamme d'agents épaississants destinées aux industries alimentaires et pharmaceutiques. La viscosité de ces produits est à l'étude , avec des résultats qui pourraient leur permettre de rivaliser sur les marchés où la gomme de caroube ainsi que d'autres gommes de guar sont utilisés comme agents épaississants.

Le Mucilage est également signalé pour avoir d'autres propriétés qui peuvent le rendre approprié en remplacement de la matière grasse dans divers aliments, et également en tant que liant et exhausteur de saveur.

Des chercheurs ont étudié l'utilisation de la gomme de mucilage d'*Opuntia ficus indica* comme un agent émulsifiant. Les auteurs ont constaté que la gomme :

- réduit la tension de surface et d' intersurface ;
- stabilise les émulsions d'huile dans l'eau ;
- Formation de petites gouttelettes d'huile formées ;
- absorption à l'interface huile - eau et non contribution à la viscosité des systèmes;
- empêche le système de floculation .

Ajoutant à ces études, d'autres chercheurs ont évalué l'addition de dispersions de ce mucilage à des différentes concentrations (0,5% et 0,8%) à des mousses formées par des blancs d'œufs. Cette étude a montré que l'ajout du mucilage à ces deux concentrations favorise et offre une stabilité accrue du produit par rapport au témoin (sans ajout de mucilage) . Il en est résulte une plus faible synérèse et plus de volume après stockage pendant 48 heures.

Ces types d'ingrédients sont souvent utilisés pour leur capacité à développer et améliorer la texture des produits, à stabiliser les émulsions, à contrôler la cristallisation, comme stabilisants pour les suspensions, pour inhiber la synérèse et pour créer des films comestibles. Certains ont la capacité de formation des gels.

Il n'y a pas si longtemps que les gommes et les hydrocolloïdes n'étaient pas réputés pour apporter une contribution précieuse à la valeur nutritionnelle des aliments. Ils n'ont pas été connus aussi pour augmenter la teneur en calories ou de fournir une saveur ou un arôme appréciable dans les produits dans lesquels ils ont été ajoutés.

Mais, les modes changent et la compréhension des effets bénéfiques sur la santé et sur l'amélioration des qualités des aliments, et la valeur de l'apport et de l'ajout des fibres dans les aliments est de plus en plus apprécié.

Les fibres insolubles ne sont pas considérées et connues pour offrir un apport calorique aux aliments, mais les fibres solubles sont réputées pour apporter de la valeur calorifique à une variable mesure. Aux fins d'étiquetage, les fibres solubles sont réputées pour fournir 4 cal /g. Cette portion insoluble de fibre peut, dans certaines circonstances, être soustraite du total des niveaux d'hydrates de carbone dans la nourriture, et le montant restant peuvent être multipliés par quatre pour donner la contribution totale de calories des hydrates de carbone. Il a été prouvé que l'ajout des fibres insolubles à des aliments est un moyen de réduction de leur teneur en calories.

Sans porter atteinte aux possibilités décrites pour l'utilisation des espèces *Opuntia* (figues de Barbarie) dans la production d'aliments et d'additifs naturels et les avantages de l'utilisation intégrée de la plante, de nombreux autres usages populaires ont été connus depuis des siècles. Certains d'entre eux nécessitent seulement à être étudiée scientifiquement. Par exemple, l'utilisation de cladodes : pour clarifier l'eau, comme un adjuvant de la peinture lorsqu'ajouté à la chaux, ou d'augmentation d'infiltration de l'eau dans le sol.

Il existe de nombreuses utilisations possibles d'*Opuntia ficus Indica*. La plante pousse dans des zones arides et semi-arides avec des exigences agronomiques minimales. La plante possède le potentiel d'assurer la disponibilité de la nourriture, l'alimentation et la durabilité environnementale où d'autres plantes ne serait pas survivre.

La plante peut se révéler très bénéfique et avantageuse pour le développement local des régions où prospère les plantations de ce fruit d'une manière très satisfaisante.

C.II / Utilisation des Fruits de Figue de Barbarie dans les produits alimentaires

1) Systèmes de conservation des aliments

Un grand nombre de fruits et légumes de saison y compris les figues de Barbarie sont périssables. Alors que les fruits de la plante sont saisonnières, les jeunes tiges (nopalitos) ne le sont pas, bien qu'ils soient très périssables en raison de leur grande teneur en eau . Pour rendre les fruits et les cladodes plus disponibles sur de longues périodes de l'année hors saison, il est essentiel de les préserver pour éviter leurs détériorations.

La détérioration des matières premières est causée par plusieurs facteurs : les changements enzymatiques (qui, souvent, affectent la texture); des modifications chimiques (qui affectent les caractéristiques sensorielles telles que la couleur, l'arôme et la saveur), des changements nutritionnels (qui conduisent à une perte de valeur nutritive) et les changements physiques (tels que la déshydratation). Mais les plus dommageables de tous ces changements sont ceux biologiques (attaques microbiologiques par des bactéries et des champignons ou de parasites et des rongeurs), qui compromettent la sécurité sanitaire des aliments et ainsi la santé des consommateurs.

Plusieurs pratiques et techniques peuvent être appliquées pour réduire ou éviter la détérioration et de nombreuses technologies sont disponibles qui peuvent être appliquée sur le fruit de figue de Barbarie ainsi que les raquettes.

Certaines de ces techniques ont été connues et utilisées depuis de nombreuses années , tandis que d'autres ont été récemment mis au point à une échelle expérimentale ou pilote.

Certaines de ces technologies ont un fort potentiel d'une application industrielle .

Les systèmes de conservation qui peuvent être utilisés sur l'Opuntias impliquent des technologies basées sur des méthodes physiques, chimiques et biochimiques. Les méthodes de conservation physiques comprennent le transfert de chaleur, l'appertisation (mise en conserve), la congélation, la deshydratation et la concentration.

Les deux dernières méthodes sont basées sur la réduction de l'activité de l'eau (aw).

D'autres méthodes récemment développées comprennent l'irradiation et l'application de la haute pression et des impulsions électriques .

Les méthodes chimiques comprennent le salage, l'ajout de sucres, l'acidification ainsi que l'utilisation de conservateurs chimiques.

Enfin, les méthodes biochimiques comprennent la fermentation aussi bien lactique

qu'alcoolique .

Le micro -organisme qui détermine la sécurité des denrées alimentaires emballées dans un contenant hermétique n'est autre que le Clostridium botulinum (un micorganisme une bactérie sporulée, anaérobique qui produit une toxine hautement mortelle appelée la toxine botulinique, qui peut être contrôlée par le pH, car elle ne se développe pas à un niveau de pH inférieur à 4,5. Les techniques de Stérilisation sont conçues pour assurer la destruction du Clostridium Botulinum ainsi qu d'autres micro-organismes pathogènes.

LeTableau n°8 montre la classification des aliments en fonction du pH .

En général , les aliments à un niveau inférieur à pH 4.0 nécessitent un traitement thermique modéré, tandis que ceux dont le pH est égal ou supérieur à 4,5 demandent un traitement thermique sévère pour assurer la destruction de Clostridium botulinum ainsi que les autres microorganismes pathogènes.

La déshydratation est une autre méthode de transformation des aliments qui a été utilisée depuis des siècles et basée sur la réduction de la teneur en eau dans la matière première ou, plus particulièrement, la réduction de l'activité de l'eau (aw) .

La notion de aw est utile dans la conservation des aliments. Il est bien connu que chaque micro –organisme a une aw critique en dessous de laquelle il ne peut pas se développer et proliférer.

Tableau n°8 : Classification des aliments selon le PH

Classification	PH	EXEMPLES
Peu acide	Spérieur à 4,5	Petits pois, haricots verts, figue de Barbarie, cladodes
Acide	4,00 – 4,4	Tomates, Ananas, poire
Acide fort	< 4	Orange, limon

Par exemple, les micro -organismes pathogènes ne peuvent pas croître dans des milieux avec une aw < 0,86; tandis que les champignons et les levures, bien plus tolérante à faible niveaux d'activité de l'eau, ne peuvent pas se développer avec aw <0,62 . Beaucoup de

réactions de dégradation dans les aliments sont ralenties quand l'activité de l'eau est faible, ce qui signifie que la réduction de l'eau est un moyen sûr de prolonger la durée de vie des aliments .

Le lien étroit entre l'activité de l'eau a_w et le taux de détérioration des aliments a été décrite par certains chercheurs : plus l'activité de l'eau est faible plus la préservation de la nourriture est assurée. Lui-même l'eau a $a_w = 1.00$ et est un élément essentiel pour la croissance des micro-organismes ainsi que des réactions chimiques .

Les fruits et légumes ont une a_w avoisinant 1,00, d'où leur sensibilité aux attaques microbiennes et sont périssables rapidement .

Outre les méthodes de conservation basées sur l'abaissement a_w (de l'activité de l'eau) sont l'évaporation ou la concentration, qui peut avoir un certain nombre d'effets sur le produit. L'effet le plus important de ces méthodes sont la perte de l'eau, bien que cela aille de paire avec la perte de composés volatils responsables de la saveur et l'arôme des matières premières.

Les produits concentrés présentent généralement un arôme moins intense, ce qui peut également différer de celui du produit d'origine. Cependant, cela peut être corrigé, par exemple, par le mélange du produit concentré avec une partie du liquide frais ou non chauffé.

Il est également possible de corriger cet effet par la récupération des substances volatiles par condensation à partir de la phase gazeuse avec distillation fractionnée subséquente et la réincorporation du condensat aromatique dans le produit.

Une autre conséquence de l'évaporation est la réduction du volume du liquide, qui est considéré comme un avantage pour le stockage et le transport du produit. Du point de vue du consommateur, le produit concentré est utile car il est plus facile à utiliser et occupe moins d'espace, en plus le produit concentré présente l'avantage d'être conservé à des températures ambiantes normales et peut être consommé à la proportion voulue, tandis que le reste peut être stocké en toute sécurité .

Afin de minimiser les effets néfastes de certaines méthodes de conservation, il a été concertée, au cours des dernières années, le développement de « méthodes combinées » pour la conservation des aliments. Comme son nom l'indique ce système est basé sur le l'utilisation simultanée et la combinaison des méthodes de conservation différentes . Ces méthodes combinées permettent séparément de réduire et de contrôler la charge microbienne, d'abaisser l' a_w (l'activité de l'eau) en procédant à l'abaissement du pH, de

procéder à un chauffage modéré, l'addition de plus d'autres conservateurs - et agissent en synergie. Ainsi il n'est plus nécessaire d'utiliser un seul processus qui peut modifier radicalement la qualité.

Les Jus concentrés sont obtenus par évaporation , habituellement en faisant bouillir le liquide extrait à partir de fruits. Ainsi les Jus concentrés ont l'avantage que le produit reste liquide, mais se conservant mieux que le jus extrait à cause de la réduction de son activité de l'eau. Au même temps, plusieurs de ces composantes et de ces caractéristiques peuvent changer, tel que la teneur en eau et sa viscosité, tandis que d'autres composants, tels que les teneurs en acides et en vitamines, deviennent plus concentrées et une partie de ces caractéristiques organoleptiques telles que l'apparence ou la couleur, peuvent changer aussi.

Le froid est utile pour préserver la qualité des aliments traités . La congélation est l'une des meilleures méthodes favorisant la conservation des caractéristiques de l'aliment parce que la congélation bloque l'activité des microorganismes réduisant ainsi la détérioration du produit. Ainsi, contrairement à la stérilisation, la congélation n'assure pas la conservation des aliments en détruisant les micro-organismes; mais assure la création des conditions défavorables pour leurs développement.

Cette différence fondamentale entre les deux processus confirme la nécessité d'apporter une rigoureuse attention à l'hygiène et à l'utilisation des matières premières de haute qualité. Dans tous les cas la bonne qualité des matières premières est indispensable et, en écartant ceux qui sont endommagés, contaminés ou pouvant contenir une charge microbienne risqué. Ces exigences sont d'autant plus importantes étant donné qu'à la congélation les micro-organismes ne sont pas détruits.

2) Description des produits à base des fruits de figue de Barbarie

Avec le nombre de technologies disponibles, une large gamme de produits à base de fruits de figue de Barbarie et les raquettes peuvent être obtenus.

La déshydratation est l'une des technologies les plus anciennes et peut-être le plus facile et le moins cher à mettre en œuvre .

Il n'est pas habituel pour l'ensemble des fruits d'être consommée à l'état sec, mais , après le retrait des graines, la pulpe de fruit peut être déshydratée sous forme des films minces afin de produire un produit naturel à mâcher. Les fruits séchées sont très populaires dans les

pays arabes et aux Etats-Unis et sont fabriqués à partir d'une variété de fruits tels que les abricots, les cerise, les fraises et d'autres fruits à baies. Il s'agit d'un des produits les plus intéressants à fabriquer à partir de la pulpe de fruits de figue de Barbarie, mais il n'a pas encore été fabriqué à l'échelle industrielle. Au Mexique, des recherches ont été mené sur des minces films de pulpe de fruits de figue de Barbarie mélangés avec la goyave, mangue ainsi que d'autres fruits tropicaux.

L'avantage de la déshydratation des produits est qu'elle ne nécessite pas habituellement l'addition des additifs et pour cette raison sont considérés comme des aliments sains, sûrs et naturels. Une forme particulière de la déshydratation est la production de bonbons ou de produits de glaçage , qui peuvent être produits à partir des raquettes et / ou des fruits mûrs et hachées.

En France, les fruits de figue de Barbarie sont glacés et mangés comme un dessert.

Les produits concentrés incluent les jus de fruits ainsi que les nectars. Ils se révèlent attrayants quand des fruits de figue de Barbarie de couleurs différentes sont utilisés. En Namibie, un excellent concentré à base de fruits de figues de Barbarie rouges est disponible. Les Nectars de fruits rouges mélangés avec d'autres jus sont disponibles dans les marchés californiens et ce depuis quelques années. Maintenant une purée de fruits de figue de Barbarie rouges (22-24 ° Brix) est offert aux consommateurs américains.

Au Chili, un jus non traité de figue de Barbarie est largement consommé à la maison et dans les restaurants écologiques .

Certaines entreprises chiliennes effectuent des essais sur les pulpes de fruits de figues de Barbarie surgelés pour approvisionner les marchés tels que les restaurants écologiques, les hôtels et les fabricants de crème glacée. Les confitures de fruits de figue de Barbarie sont des produits concentrés produits au Mexique, aux États-Unis , en Italie ainsi qu'en Argentine. Des Confitures sont également produites à partir des raquettes (cladodes).

Des gelées sont fabriqués à partir de fruits et ce, en Italie, au Mexique et aux États-Unis. Au Mexique, la melcocha est un produit traditionnel, de type confiture produit à base de *O. streptacantha*, bien que d'autres confitures sont également produites à partir de différents espèces d'*Opuntia* . Aux Etats Unis, les bonbons (les confiseries) à la gelée à macher sont produits et commercialisés à partir des jus de fruits de figues de Barbarie de couleurs différentes.

Les sirops font partie également des produits concentrés et sont utilisés comme garniture de dessert. Ils sont produits en Argentine , aux États-Unis et dans un certain nombre d'autres

pays.

Le produit connu sous le nom «fromage» de figue de Barbarie n'est qu'un concentré de jus qui domine les produits alimentaires artisanaux à base de figue au Mexique . Il est considéré comme un produit alimentaire à humidité intermédiaire, qui se conserve bien à la température ambiante. Il est commercialisé comme un pur produit de fruits ou en mélange avec les noix de pin , noix de cajou ou d'autres types de noix.

Les Sauces aux fruits sont des produits à base de jus et la peau et sont considérés comme des produits appertisés (conditionnées dans des canettes en acier ou en bocaux de verre), sont produites au Mexique et aux États-Unis. Il ya quelques années , des essais ont été entrepris au Chili sur des figues de Barbarie en conserve.

Parmi les produits fermentés, Colonche est l'un des produits les plus connu au Mexique. C'est une boisson à faible teneur en alcool fabriqué à partir du jus de figue de Barbarie.

En Italie , il existe un certain nombre de sociétés spécialisées dans la fabrication de liqueurs. La pulpe du fruit est ainsi macérée dans l'alcool pendant plusieurs jours, pour être ensuite filtrée et de l'eau et du sucre sont ajoutés.

Le vinaigre a été produit avec succès par des producteurs artisanaux de fruits de figue de Barbarie dans la ville Til Til - Région du Chili. une autre expérience similaire est rapporté en Argentine

g) Les fruits frais conditionnés

La façon traditionnelle de consommer les figues de Barbarie reste celle des fruits frais en état, ce qui a pour avantage de maintenir la valeur nutritive lorsque le fruit est bien conservé.

Même lorsque les épines ont été retirés des fruits à la ferme, des épines errantes demeurent toujours collée à la peau et causer des problèmes . Avant de peler les fruits, les mains ainsi que les ustensiles de coupe doivent être bien lavés. Une fois que le fruit est pelé, il devrait être consommée immédiatement ou stockée dans un réfrigérateur pendant pas plus de deux à trois jours. Le fruit à basse acidité et à pH élevé , il est rapide à fermenter, à quel point qu'il devient non comestible et ne peut plus être conservé en toute sécurité . Dans la maison, le fruit de figue de Barbarie est souvent consommé comme un jus ou dans les desserts, soit séparément ou en combinaison avec d'autres fruits.

Le Changement de mode de vie dans de nombreux pays à travers le monde signifie que peu de temps est disponible pour la fabrication des produits à la maison . Cela a entraîné la croissance de la demande des consommateurs pour des produits «prêts -à-manger " , et cela se reflète dans le choix des aliments disponibles dans les supermarchés dans de

nombreux pays. Les fruits et légumes sont lavés et emballés dans un film plastique et conservé au frais, tandis que les repas congelés nécessitent plus de traitement à la maison. Les aliments de ce genre sont appelés «les aliments peu transformés».

Les technologies utilisées, lors de la préparation de ces aliments ayant pour but de conserver le plus longtemps possible les caractéristiques originales des fruits ou de légumes, par des fabricants cultivant une image de produits « frais, naturel, nutritionnel et de sécurité ». Les fabricants de ces produits assurent la présentation et la publicité des produits sur les emballages utilisés pour assurer la conservation des produits. L'utilisation d'un film plastique pour envelopper et emballer les produits détermine la perméabilité et la teneur en oxygène et / ou en dioxyde de carbone et contrôle le mélange de gaz qui entoure et enveloppe le produit pour assurer sa conservation. Divers types de films plastiques ont des propriétés de perméabilité les plus appropriés. Le film plastique est choisi selon les caractéristiques des fruits / légumes ainsi que de la saison et la période de l'année. Durant la période de stockage, la teneur en oxygène diminue généralement alors que celle de dioxyde de carbone augmente favorisant un changement d'atmosphère qui réduit la dégradation des fruits peu transformés (emballés).

Les Méthodes combinées de conservation de ces types de produits comprennent les traitements tels que l'irradiation, la réfrigération, le conditionnement sous-atmosphère modifiée, la fermentation ainsi que l'emballage.

L'hygiène est l'un des facteurs les plus importants dans la préparation d'un produit alimentaire. Toutes les étapes de traitement doivent être entreprises dans un environnement sain avec de l'air propre, de basses températures (5-6 ° C), beaucoup de lumière, d'espace amples et des ouvriers qualifiés qui comprennent et suivent et appliquent des procédures d'hygiène personnelle et opérationnelle. Ces mesures se révèlent essentielles et primordiales pour des produits n'étant pas soumis à un traitement thermique afin de réduire la charge microbienne.

Les facteurs les plus importants qui affectent la qualité des produits peu transformés sont : la qualité des matières premières, les températures de transformation et de stockage, les conditions d'hygiène, les types de film plastique utilisés pour l'emballage, les températures pendant le stockage, et la période au cours de laquelle les produits sont conservés dans le stockage.

En ce qui concerne les figues de Barbarie, un traitement minimal commence par le lavage de la désépinage (par un brossage), puis le lavage des fruits désépinés à l'eau potable chlorée, suivi d'épluchage. Un certain nombre d'études ont été effectuées sur des produits alimentaires pour déterminer les exigences en matière de qualité et sécurité. Par exemple,

certaines de ces recherches ont comparé le comportement des fruits de figue de Barbarie *O. ficus-indica* tranchés et emballés dans des sacs en film plastique avec différentes propriétés de perméabilité des gaz. Les auteurs ont constaté que les tranches ont tendance à exsuder une grande quantité du liquide mucilagineux, qui a contribué au fruit un aspect désagréable. D'autres chercheurs ont continué ce travail sur l'espèce d' *O. ficus-indica*, en comparant le comportement de l'ensemble des fruits pelées à différents états de maturité et présentant des propriétés de couleur et de fermeté différentes. La préservation a été évaluée par immersion des fruits dans des concentrations d'acide citrique de 0,25%, 0,5% et 1,0%. Le Fruit immergé dans de l'eau a été utilisée en tant que témoin. Tous les fruits ont été stockés à $5 \pm 0,5$ °C et à 85% d'humidité relative.

Les résultats ont montré que, les fruits entières pelées pourraient être stockés jusqu'à 14 jours avec un bon contrôle microbiologique et des fruits préservent beaucoup de leur haute qualité originale. Le décompte final des bactéries aérobies mésophiles était entre 0×10^4 ufc /g et 5×10^4 cfu /g, ce qui cadre avec les limites réglementaires concernant les aliments préparés, de sorte que le produit est considéré comme sûr. En tant que conservateur l'acide citrique n' affecte pas la qualité organoleptique du produit, bien que niveaux microbiens ont été améliorés.

Les Tests de niveaux de maturité ont montré que la qualité finale du produit n'est pas affecté, sauf pour la saveur, où il a été constaté que le produit mûr garde le mieux sa saveur originale. Lors des tests de dégustation les notes d'acceptabilité étaient généralement bonne, avec la meilleure note étant proposée pour les produits stockés pendant sept jours. dans les deux études, le matériau d'emballage utilisé a été fourni par la Société CRIOVAC. Le matériau qui a donné les meilleurs résultats avaient des valeurs de transmission de gaz de 60 à 160 ml/m²d pour le dioxyde de carbone, et de 3-6 ml /m²d pour l'oxygène à 1 niveau atmosphère (atm) et 5 °C.

D'autres études ont utilisé des fruits pelés, entières et coupées en deux et trois types de film d'emballage : polyoléfine à 19 micromètres d'épaisseur (PO19) et co- extrudée et polypropylène bi-orienté de 25 micromètres d'épaisseurs (PPB25) et de 35 micromètres (PP35). Les Paniers de fruits ont été conservé à 4°C. Il a été constaté que fruits frais, entiers et les fruits coupés en deux pourraient être stockés jusqu'à 20 jours sans perte de qualité.

Les fruits stockés dans le film plastique PPB25 ont montré le moins de perte de poids, ont donné le meilleur aspect de brillance aux fruits et produisant le moins de l'éthanol.

Cependant, ces emballages ont causé le plus élevé pourcentage de jus drainé à partir du fruit.

D'autres chercheurs ont évalué les changements de la teneur en acide ascorbique, en polyphénols et la capacité anti-oxydante (le pouvoir anti-oxydant) des fruits de figues de Barbarie « peu transformé ». Ils ont été stockés en bon état à 4°C pendant neuf jours. Les résultats étaient similaires aux autres études, le pH et l'acidité ont changé de façon significative au cours du stockage sans pour autant affecter les caractéristiques sensorielles des fruits et ce, durant les premiers six jours. Les chercheurs ont aussi noté que le nombre de germes est restée faible ainsi qu'une non détection de croissance fongique.

D'autres auteurs ont réalisé une intéressante étude sur la durée de vie de figue de Barbarie peu transformés. Les fruits ont été coupés en tranches et emballés dans des sacs en plastique (nylon / le polyéthylène, 102 um) avec une perméabilité au CO₂ de $3,26 \times 10^{-19}$ mol cm /cm²/s/ Pa et au O₂ de $9,23 \times 10^{-19}$ mol cm /cm² /s/ Pa. Le produit a été emballé à l'air ambient et sous conditions atmosphériques modifiés (65% de N₂ ; 30% de CO₂ et 5% d'O₂) et stockés à différentes températures : 4°C , 8°C , 12°C et 20°C. La croissance de différents types de micro-organismes ainsi que la qualité sensorielle ont été évalués. Il a été constaté que la meilleure température de stockage est de 4°C. Le Fruit conservé ainsi jusqu'à 14 jours dans l'ensemble des conditions atmosphériques du stockage et de nombre de bactéries qui étaient dans les limites de la législation française pour ce type de produit. Cependant, les chercheurs ont constaté que les différents types d'atmosphères n'affectant pas le type de la microflore qui s'est développée. Cela a conduit à des recommandations visant à mener d'autres études.

h) Jus , boissons et concentrés

L'une des méthodes communes de la conservation des fruits et des légumes est la production du jus. Les jus sont appréciés pour leurs hautes valeurs nutritives, toutes les technologies modernes ainsi que les pratiques de bonne fabrication (GMP) permettent de veiller à maintenir les qualités gustatives et organoleptiques (de goût, d'arôme, de couleur) similaires à celles du produit d'origine. Dans certaines régions, les consommateurs ont commencé à les appeler «fruits liquides ».

Les Jus fournissent une bonne source de sucres, de vitamines et de minéraux, qui représentent une partie essentielle d'une alimentation saine. Ainsi, la tendance actuelle est orientée vers une alimentation saine faisant des jus une partie importante de l'alimentation naturelle, tandis que les fruits et les légumes peuvent jouer un rôle important dans l'amélioration de la santé humaine. Ils sont particulièrement utiles pour les enfants et les jeunes adultes.

Dans les pays tels que le Chili, le jus de fruits de figues de Barbarie est consommé à la

maison ou dans les restaurants écologiques.

Ce jus est si populaire que les producteurs locaux se sont toujours intéressés par le développement de nouvelles technologies capables de produire le jus de fruits et les pulpes de haute qualité à une échelle commerciale. Cependant, certaines des caractéristiques du fruit, décrites plus haut, permettent difficilement d'établir des conditions satisfaisantes de traitements. Le PH élevé, la faible acidité, la haute teneur en sucre l'arôme délicat et la sensibilité à la détérioration après traitement thermique posent des défis à la transformation industrielle de fruit de figue de Barbarie.

Comme les espèces d'Opuntias produisent des fruits de différentes couleurs à savoir rouge, vert, orange et violet, ils présentent des avantages évidents à utiliser les technologies de traitement pour produire des jus de différentes de couleurs.

Au Mexique, les premiers essais de conception des procédures de traitements de jus de figue de Barbarie pasteurisé ont été menés il ya plus de 30 ans. Les résultats n'étaient pas concluantes. Certains auteurs ont décrit la saveur agréable de l'arôme du jus pasteurisé de fruits, tandis que d'autres ont signalé des difficultés de maintien de la stabilité microbiologique et le ralentissement de la fermentation acétique du jus, qui réduisent ses qualités de conservation, même avec l'ajout de jus de citron pour réduire les niveaux de pH.

Des chercheurs ont évalué le comportement et la qualité microbiologique ainsi que les caractéristiques sensorielles et chimiques du jus de figues de Barbarie. Les traitements pratiqués incluent l'utilisation de deux types d'additifs : 200 ppm kilol (extrait naturel de pépins de pamplemousse) et 500 ppm de sorbate de potassium, qui est approuvé dans les règlements sur les aliments de la plupart des pays. Les jus étaient pasteurisés dans un court laps de temps à haute température Système (HCD) (98-100°C pour 20-22 secondes [s]) et immédiatement emballé dans des bouteilles en verre, qui ont ensuite été scellées sous contrôle ultraviolets (UV). Après refroidissement, les flacons ont été stockés à 0-5° C pendant 15 jours. Ces auteurs ont conclu que les additifs testés n'étaient pas suffisamment efficaces pour assurer la stabilité microbiologique parce que la fermentation par l'acide lactique (produit par Lactobacillus) a été notée dans les 2-3 premiers jours, et ce, quel que soit l'agent de conservation utilisé. Dans un autre essai visant l'amélioration de la stabilité microbiologique du jus de fruit, un traitement thermique plus drastique a été utilisé (T 100°C pendant 20 minutes), le jus est emballé dans des bouteilles en verre. Les résultats de ces essais ont montré une bonne stabilité et sécurité microbiologique, mais le produit final ne ressemble plus au jus de figue de Barbarie à cause des détériorations des propriétés

organoleptiques de la saveur et de l'arôme. Dans les pays où les consommateurs préfèrent consommer du jus frais qui ressemble beaucoup au fruit d'origine ou du jus extrait, la prudence s'impose dans le choix des techniques de transformation .

Les changements de couleur du jus de figue de Barbarie pasteurisé et concentré ont été étudiés. Le traitement thermique provoque la détérioration du chlorophylle et la perte de la couleur verte brillante du jus de fruits frais, qui est devenu d'un blanc laiteux et plus opaque. Les mêmes constatations ont été noté avec du jus concentré (68,8°Brix) et stocké à des températures différentes : -2°C , 10°C , 20°C , 27°C et 37°C. Encore une fois, les jus stockées à température ambiante s'obscurcissent avec le temps, avec une augmentation du paramètre de couleur a^* (c'est-à dire de -2,84 à -0,57). Selon l' Échelle de couleur CIELAB qui indique la contribution de vert pour la valeur négative et le rouge pour la valeur positive. Ces résultats ont montré que les caractéristiques de la couleur verte du jus de fruits de figues de Barbarie ont été clairement affectée par la durée et de la température de stockage. Ces résultats s'appliquent aussi bien au jus à concentration normale ou concentrée.

Les résultats de ce genre doivent être considérées indépendamment du choix et de la conception de système de traitement et de stockage du jus concentrés. Dans des études ultérieures sur les jus de figues de Barbarie les auteurs ont noté l'effet de différents niveaux de pH (5,2 et 4,0), ainsi que le traitement thermique (80°C pendant 10 minutes), sur la couleur du jus et ont conclu que la couleur est très stable par rapport à des changements de pH et de température ce qui représente un net avantage sur les jus de figue de Barbarie de couleur verte. Les auteurs ont testé trois traitements : (i) le jus naturel sans modification de pH (pH = 5,2) et aucun traitement thermique; (ii) aucune modification de pH (pH = 5,2), mais avec traitement thermique , et (iii) avec modification de pH (pH = 4) et traitement thermique (80°C pendant 10 minutes) . ils ont conclu que pour les paramètres de couleur a^* et b^* , les trois traitements ont entraîné dans des couleurs allant du rouge - violet au rouge. Le Paramètre de couleur b^* correspond à la contribution du jaune ou du bleue à la couleur, selon que la valeur soit positive ou négative - ce qui détermine les changements dans la couleur des jus de fruits. Bien que l'acidification du jus de fruits et le traitement thermique utilisés pour la conservation et la stabilité microbienne ont causé le changement de l'aspect visuel, les jus de fruits n'ont pas conservés la couleur pourpre rougeâtre caractéristique du fruit.

D'autres chercheurs ont effectué des tests sur des mélanges d'une boisson rafraîchissante sur la base d'un mélange de jus de fruits de figue de Barbarie, jus d'ananas, de l'eau et du sucre. Ces mélanges ont provoqué l'abaissement du pH et l'amélioration de la durée de conservation ainsi que la réduction de la viscosité du jus de figue de Barbarie.

Commercialement, le mélange du jus a reçu un accueil mitigé, et une certaine clientèle préfère le consommer dilué. Bien que le jus d'ananas ait augmenté l'acidité, sa saveur et son arôme ont affecté la saveur délicate et l'arôme d'origine du jus de fruits de figue de Barbarie. Un panel de dégustation a attribué des notes d'appréciation moins fortes et l'ont considéré comme une boisson plutôt qu'un pur jus de figue de Barbarie dilué. Un résultat plus satisfaisant a été obtenu par addition d'acide citrique en vue d'augmenter l'acidité du produit. Ce qui a causé l'augmentation de l'acidité à pH 4,2 avec la même acceptabilité que celle du jus de figue de Barbarie dilué n'engendrant pas l'affectation de la saveur et de l'arôme du produit.

D'autres auteurs ont mené des tests de clarification en vue d'accroître les niveaux de concentration plus facilement. L'utilisation d'enzymes pectolytiques a été testée pour des traitements à 40°C pendant 48 heures, avec l'addition d'acide citrique en vue d'améliorer l'action enzymatique. Ainsi, le jus a été emballé dans des boîtes en acier et des bocaux en verre et soumis à différents traitements thermiques. Les deux tests ont montré des changements de couleur provoqués par les traitements qui ont été corrigés par l'addition artificielle des colorants.

Les chercheurs ont mené des essais sur l'utilisation d'une préparation enzymatique Pectinex AR, réalisée à partir d'un mélange d'enzymes pectinolytiques avec une activité d'arabanase haute, ont réussi à clarifier le jus de figue de Barbarie, et ce, après avoir testé une grande variété des enzymes provenant de sources différentes.

Des chercheurs ont fourni un diagramme détaillé pour la fabrication d'une purée de fruit de figue de Barbarie rouge obtenu par congélation rapide. Un produit final a été obtenu avec < 3 ufc /g de coliformes, des bactéries lactiques et d'*Escherichia coli* et < 10 cfu /g de micro-organismes aérobies, de levures et les champignons. Les mêmes auteurs ont décrit le diagramme de fabrication de la production d'une purée concentrée séchée sous vide (65° Brix), qui pourrait être utilisée de la même manière aussi naturelle, pour aromatiser les crèmes glacées et comme garniture pour les desserts et fruits.

Un autre chercheur a étudié la production de concentrés de jus de fruit de figues de Barbarie vert avec une activité d'eau (aw) inférieure à la normale en vue de protéger le produit contre la croissance microbienne et prolonger la durée de vie. Les jus sont concentrés à 63-67°Brix dans un évaporateur centrifugeuse sous vide Alfa Laval. La stabilité des jus de fruits à

l'encontre de l'attaque microbienne était bonne mais l'analyse sensorielle indique une faible acceptabilité par le panel de la dégustation. Les dégustateurs ont attribué au jus reconstitué un score de 5 sur une échelle de 1 à 9. Ce fut à cause de la détérioration de la couleur et de l'arôme d'herbe qui a été développé après la concentration.

D'autres chercheurs ont produit une purée légèrement concentrée de fruit de figue de Barbarie et l'ont comparé à la pulpe naturelle du fruit. Ils ont découvert que la couleur, l'arôme et la saveur du jus concentré étaient similaires à celle du produit naturel. L'acidité était modifiée avec de l'acide citrique jusqu'à pH 4. Les auteurs ont conclu que la purée légèrement concentrée pourrait être un ingrédient utile pour la fabrication de confiserie et des produits semi-transformés.

D'autres auteurs ont mené des tests pour produire du jus déshydraté par séchage par pulvérisation jus de figue de Barbarie. Bien qu'ils ne fournissent pas de détails sur la durée de vie ou les propriétés de réhydratation et de stockage du produit, ils ont noté une perte importante de la vitamine C, allant de 23,65 mg / (100 ml) au niveau du jus de fruits frais à 10,28 mg / (100 ml) dans le jus déshydraté.

Melcocha est un produit traditionnel mexicain semblable au sirop, fabriqué à partir du jus de fruit de figue de Barbarie. A l'origine ce produit a été fabriqué à l'échelle artisanale, mais ces dernières années des industriels se sont intéressés en raison de sa popularité croissante comme garniture dans les petites pâtisseries appelées empanadas.

Un autre produit artisanal bien connu dans certaines régions du Mexique et produit à petite échelle, n'est autre que le fromage.

Il est obtenu et fabriqué à partir du jus concentré ou melcocha du fruit de figue de Barbarie. Le melcocha est malaxé à l'aide d'une grosse pierre ronde et plate qui a été précédemment humidifiée. Le melcocha est levé et baissé sur la pierre entre 150 et 200 fois, jusqu'à ce que la pâte obtenue ne colle plus à la pierre. Plus la pâte est battue, plus sa texture devient plus pâle et de couleur dorée. La pâte est ensuite placée dans des moules de 1-20 kg et exposée à l'air pendant 24 heures supplémentaires. A ce stade, la texture ressemble à un gel semi-solide et le fromage est prêt pour la consommation ou pour la vente. Il est vendu en morceaux de divers tailles pouvant être conservées pendant de longues périodes à température ambiante.

D'autres saveurs et ingrédients sont mélangés et ajoutés à la pâte, tels que l'essence d'anis ou la vanille, ou encore les noix de pin, noix de cajou, amandes, noisettes ou de noix. Etant donné que la fabrication du fromage est une industrie artisanale fonctionnant dans des

conditions rudimentaires, les chercheurs ont recommandé la mise à niveau des méthodes industrielles des entreprises de petites tailles en favorisant l'amélioration des technologies et l'adoption par les producteurs d'une meilleure compréhension des bonnes pratiques et des procédés de fabrication. L'amélioration de la qualité des aliments et la sécurité sanitaire du fromage pourrait la rendre plus populaire auprès des consommateurs.

D'autres chercheurs se sont penchés sur les moyens d'amélioration des caractéristiques du fromage en lui offrant un aspect plus attrayant . Ils ont testé différents matériaux pour la conception des équipements et ont obtenu de meilleurs résultats avec l'acier inoxydable. La température de cuisson est plus facile à contrôler, permettant aussi de prévenir les températures élevées provoquant la surchauffe le changement de couleurs des produits. Les concentrations des produits essayés étaient similaires à celle des produits trouvés sur le marché (86-93°Brix), à l'exception des niveaux supérieurs de bétalaïnes mesurés dans les produits du marché: 4,3-6,2 g /(100 g) comparé avec les valeurs trouvés dans produits testés 2.2 à 2.6 g/ (100 g).

i) Les produits congelés

La congélation est l'une des meilleures technologies de conservation de la couleur, de l'arôme et des propriétés nutritionnelles des aliments. Elle présente l'avantage de la fixation de l'eau sous forme de cristaux de glace et ainsi l'abaissement de l'aw qui combinée avec la basse température, contribuent à préserver les aliments. Toutefois, la surgélation est une technologie coûteuse nécessitant le développement et la maintenance d'une chaîne du froid du producteur au consommateur (chambres froides , réfrigérateurs , transport frigorifique) à tous les maillons de la chaîne de froid. C'est le seul moyen de veiller à ce que la qualité et la sécurité des produits soient maintenues .

Des chercheurs ont mené les premiers essais sur les fruits de figues de Brabarie pelées, non pelées et d'autres tranchées en quartiers de (0,625 mm).

La congélation a été effectuée dans un tunnel à lit fluidisé à -40°C et les produits ont été stockés à -20°C.

Les résultats ne se sont pas révélées satisfaisantes. Bien que le produit avait été congelé rapidement, un pourcentage élevé de goutte s'est produite lors de la décongélation, ainsi qu'une perte de texture. A l'époque, les chercheurs pensaient que l'utilisation des agents cryoprotecteurs , tels que le sucre, les sirops pourraient améliorer la qualité des produits. L'utilisation de cryoprotecteurs (à différentes concentrations de solutions de saccharose sur des fruits) a été étudiée dans un projet commun par le Centre de recherche alimentaire et le

développement (CIAD) dans l'État de Sonora , au Mexique , et de l'Université du Chili à Santiago . Les résultats sont restés peu concluants :

il n'était pas possible de parvenir à produire des produits de bonne qualité, même avec des améliorations de la qualité à l'aide Solution de saccharose à 30% en tant que cryoprotecteur. D'autres études ont recommandé de trouver un cryoprotecteur plus efficace qui aiderait à préserver la texture du produit. Des rapports sur la production et la commercialisation de la purée congelée des fruits de figue de Barbarie violet au Etats unis, décrivent le produit comme un produit stable. La purée peut être utilisée dans une variété des boissons et des repas. La production de purée et jus congelée de figue de Barbarie peuvent offrir des opportunités intéressantes de traitement, en fonction des marchés. Une entreprise chilienne qui a produit des pulpes de fruits tropicaux congelés est en train d'étudier les marchés nationaux et a mis en place une petite plantation de figue de Barbarie dans une vallée fertile au nord de Santiago. Le process de Fabrication consiste au lavage et au pelage des fruits , broyage et tamisage des graines, l'emballage dans des sacs en plastique et finalement la congélation la purée en sac dans un tunnel de congélation à -30°C. la température de stockage et de transport -18°C.

Les industriels peuvent dénicher un potentiel grand marché pour le produit car un créneau déjà porteur existe pour les pulpes congelées d'autres fruits, tels que l'ananas et de la fraise. Les Restaurants, les magasins d'alimentation de santé et les marchés de livraison à domicile pourraient être explorés . En général, bon nombre de ces points de vente ont tendance à acheter des fruits frais et extraire le jus en interne et peuvent trouver pratique d'avoir un produit pré-traité de qualité immédiatement à la portée.

Ces produits permettent d'économiser du temps et de travail et , si la qualité peut être maintenue , il est de la fiabilité de disposer d'un jus, la texture et la couleur de cohérence connues.

Ces produits peuvent être aussi vendu à des fabricants de produits alimentaires en tant que constituant de boissons , yaourts, desserts , glaces , gâteaux, pâtisseries ou confiseries aromatisés.

j) Produits déshydratés et de confiserie

Il existe peu d'informations sur la déshydratation des fruits de figue de Barbarie . Au Mexique , les figues de Barbarie séchés sont produites traditionnellement à partir des fruits épépinés.

Le fruit de figue de Barbarie est bouilli dans le sirop, puis le mélange est à sécher au soleil et tourné régulièrement pour assurer un séchage uniforme .

Les Feuilles de fruits sechés (aussi appelés les pâtes de fruits) sont produites dans de nombreux pays où les fruits de figues de Barbarie sont cultivés. Ces aliments ont un certain nombre d'avantages : ils sont fabriqués à partir des pulpes de fruits naturels, ne contenant aucun agent de conservation, en plus ils sont des produits à mâcher et pratique pour la fabrication de snacks. Ces propriétés rendent ces produits plus attrayants pour les enfants et pourraient contribuer à une alimentation plus saine dans la culture « malbouffe » d'aujourd'hui .

Divers auteurs ont étudié le développement de ces feuilles de fruits. En Arabie saoudite , des chercheurs ont développé les pâtes de fruits de figue de Barbarie et ont trouvé la formule la plus acceptable. Cela a contribué à élargir les traditions culinaires dans de nombreux pays islamiques pour consommer des feuilles de fruits produits à partir d'abricots , en particulier pendant Ramadan.

D'autres chercheurs ont développé des feuilles de fruits sechées de figues de Barbarie mélangées avec des proportions différentes de pulpe de coing. Afin de procurer au produit un acidité naturelle en vue d'éviter l'utilisation de l'acide citrique. Pour ce faire, plusieurs proportions de figue de Barbarie et de la pâte de coing étaient testé : F1 = 100% pulpe de figue de Barbarie/1.1% acide citrique ; F2 = 75% Figue de Barbarie/25% quince/0.7 % d'acide citrique ; F3 = 50% Figue de Barbarie /50% coing / 0% d'acide citrique.

Tous les autres ingrédients étaient ajoutés à des proportions et quantités constantes , soit 10% sucre , 0,5% d'huile d'olive , de 0,1% de métabisulfite de sodium et 0,1% de la cannelle .

Les formulations ont montré un apport en énergie de 320 à 327 kcal (100 g)/ g. Certains segments de marché préféreraient une teneur énergétique plus faible qui peut être obtenu par le non ajout du sucre. L'Acceptabilité des feuilles a été évaluée comme élevée pour les trois formulations, mais le panel de dégustation a évalué les produits issues de la formulation F1 très acide. Il est intéressant à noter la préférence des consommateurs saoudiens arabes pour la formulation F1 présentant une acidité élevée. Ceci indique la différence des préférences des goûts selon les pays d'où la nécessité d'ajuster les formulations selon les différents marchés ciblés .

Des chercheurs ont mis au point récemment des feuilles de figues de Barbarie à partir des écotypes de fruits de figues de Barbarie de pulpes de couleurs différentes (violet, orange et

vert), chaque type de feuilles ont été mélangés avec les pulpes de pommes et les résultats ont été prometteurs .

Les produits fabriqués à partir d'un mélange de pulpe de figue de Barbarie de couleur orange et ceux de pommes ont reçu les scores d'appréciation les plus élevés. Ce produit utilise une technologie simple et pourrait être produit partout où les figues de Barbarie sont cultivés.

Tableau n°9 : Formulation basique fruit séché de figue de Barbarie

Ingrédient	Quantité (grammes)
Pulpe de fruit	1400
Sucre	140
Acide citrique	15,4
Sodium métabisulfite	2,1
Huile d'olive	7
Poudre de lait	140
Arômes	
Cannelle	1,8
Gingembre	1,4
Clous de girofle	1
Vanille	0,6

Tableau n°10 : Caractéristiques physiques et chimiques des fruits de figue de Barbarie séchées

Formulation	PH	Acidité (% d'acide citrique)	Vitamine C (mg [100 g] g⁻¹)	Couleur			Taux d'humidité	Aw activité de l'eau
				L*	a*	B*		
F1	3,7a	3,44a	32,65a	36,5a	-0,5a	14,8a	16,0a	0,55a
F2	3,8a	2,81b	24,48b	40,7b	-0,4a	19,4b	15,7a	0,57ab
F3	4,2b	1,32c	15,86c	43,6b	0,6a	21,3b	15,0a	0,60b

L*, a*, b*: décrit la composés de couleurs selon l'échelle de couleur CIELAB.

k) Confitures et gelées

La confiture est l'un des produits les plus connus et les plus populaires de ce genre de fruit à travers le monde. Il est facile à préparer, disponible en différents types et produit à partir d'une grande variété de fruits. La confiture est obtenue en faisant bouillir la pulpe de fruit avec du sucre, de la pectine et d'acide citrique pour assurer une gélification suffisante. La confiture est similaire aux produits déshydratés dans la mesure où la conservation est basée sur la réduction de l'aw (l'activité de l'eau). En général, les agents de conservation

sont ajoutés (par exemple, le sorbate de sodium et / ou du benzoate de potassium) afin de conserver la qualité après l'ouverture du récipient contenant le produit.

Un certain nombre d'auteurs ont mené des études sur la confiture de figue de Barbarie. Dans de telles études, les auteurs ont testé deux formules : le sucre, le jus de citron et le zeste de citron sont inclus à 55%, tandis que l'autre formulation contenait seulement 55% de sucre .

Aucune différence sensorielle n'a été décelée entre les deux formulations .

Différentes espèces de figue de Barbarie avaient été testés et des formulations de confiture ont été emballés dans des bocaux en verre .

Trois formulations de fruits ont été utilisés : avec la pelure (peau) , sans peau et la pulpe. Le sucre, l'acide citrique et de la pectine étaient ajoutées à chaque formulation . Les résultats ont montré que le plus haut taux d'acceptation est réservée à la confiture produite à partir de fruits entiers avec la pelure , qui avait l'avantage que l'enlèvement de la peau n'est pas requise. Comme la pulpe de fruit inclus les graines, un moulin en pierre a été utilisée pour obtenir une texture de confiture plus acceptable, ce qui suggère que la fabrication confiture à partir de pulpe et des graines serait probablement mieux réalisée à l'échelle semi-industrielle.

Des chercheurs ont résumé la processus général pour produire de la confiture de figue de Barbarie. Le fruit sans pelage a été broyé puis tamisé pour séparer les graines et la résultante est un jus épais mélangé avec du sucre, de la pectine, l'acide citrique et des conservateurs (benzoate de sodium) .

Le mélange a été concentré dans un évaporateur jusqu'à ce qu'il atteigne 65-67°Brix, enfin le produit est emballé à chaud dans des pots de verre sur lesquels des étiquettes sont collés.

Les produits stérilisés commercialement , tels que les conserve de figue de Barbarie n'ont généralement pas été un succès sur le marché parce que les changements de la texture et de couleur réduisent la qualité sensorielle et organoleptique du produit.

En Afrique du Sud, des chercheurs ont étudié les changements des textures et des couleurs de fruits de différents cultivars après qu'ils aient été mis en conserves.

Fondamentalement le processus était le suivant : le pelage des fruits et la mise en conserve avec du sirop à 20°Brix ; ajout de l'acide citrique pour réduire le pH à 4,2 et le mélange est ainsi bouillie à 100°C pendant 15 minutes. Ces produits en conserve perdent de la texture, de la saveur et de la couleur.

La détérioration de la texture a été réduite par l'addition de 0,25% de chlorure de calcium (CaCl₂) dans le sirop. Des essais utilisant du sirop sans acide citrique ont donné lieu à la

formation, en quelques jours, de gaz à l'intérieur des boîtes, ce qui a confirmé l'importance de la régulation du pH de ce type de produit et particulièrement pour ce fruit.

Des confiseries (bonbons) à base de pulpes de fruits gélifiés et du sucre sont généralement consommés en Amérique latine. Plusieurs des produits commercialisés sont à base de fruits tels que coing, Malabar courge, des fruits à baies et de pomme.

Des chercheurs ont étudié la préparation de gels à partir de la pulpe de fruit de figue de Barbarie. Le sucre et le carraghénane gélifiant étaient ajoutés à la pulpe à des proportions avoisinant le 35 à 40 %. Deux niveaux de pH ont été testés : pH 3,5 pour empêcher la croissance microbienne et pH 6,1 soit celui initial de la pulpe. Bien qu'un changement de couleur significative ait été observée lorsque le pH était réduit et ce, par la transformation des chlorophylles en phéophytines, le produit conserve ses propriétés physiques, chimiques, et sensorielles durant plus de 14 jours au réfrigérateur à une T° de 4-6°C. Si la concentration du sucre est augmentée, la réfrigération peut être évitée, ce qui constitue une pratique typiquement commerciale.

I) Les produits fermentés

Au Mexique, différentes variétés ont été utilisées pour produire des boissons alcoolisées depuis les éres préhispaniques. La Colonche est un produit traditionnel par excellence fabriqué à partir de cette espèce.

Selon certains auteurs, la Colonche est préparée par des méthodes artisanales dans des pots à terre cuite à l'aide de cultures de *Saccharomyces* spp. Comme starter de la fermentation. Le jus fermente rapidement et peut être prêt à être consommé quelques heures après la décantation. Dans cet état, il a une durée de vie assez réduite ne dépassant pas les deux à trois jours.

Il s'agit d'une boisson à faible teneur en alcool (6,4 %) qui est consommée alors qu'il est encore en fermentation, et il s'avère sucré en raison de la présence de sucres non-fermentés. Le produit présente une certaine viscosité. Généralement cette boisson est produite seulement au moment de la récolte et passe rapidement à la phase de décomposition à raison de l'activité bactérienne intense, si le produit n'est pas consommé à temps.

Le Vin et l'eau de vie (brandy) peuvent être produits à partir de figues de Barbarie.

Plusieurs chercheurs ont effectué des essais pour obtenir du vin à partir de certaines espèces et variétés de figue de Barbarie. Ainsi le vin produit présente une concentration en alcool de l'ordre de 11,6 ° GL et qui a été obtenu par concentration du jus de figues de Barbarie à 20°Brix . Sans la phase de concentration, la résultante de la teneur en alcool était un peu plus supérieure à 6°GL.

La aguardiente (brandy) a été classée meilleur que le vin . Les chercheurs recommandent des études plus détaillée en vue d'explorer le développement de produits avec un potentiel commerciale plus développé. Toutefois, les résultats précédents ont été prometteurs. Ainsi d'autres auteurs ont effectué des essais supplémentaires pour découvrir de nouvelles et meilleures façons et pratiques pour produire de la Colonche et le vin de figues de Barbarie. Un certain nombre de variables ont été étudié, y compris l'enlèvement des graines et la peau ainsi que l'addition d'acide, des sulfates et des levures.

Le meilleur process découvert est l'utilisation des fruits entiers avec leurs peaux (pelures), sans acidification , mais avec l'ajout des sulfates et des levures.

Le vinaigre est un autre produit qui peut être produit à partir de fruit de figue de Barbarie, mais une enquête plus approfondie est nécessaire pour déterminer les meilleures méthodes de traitement.

Des chercheurs ont préparé du vinaigre à partir de fruits de figues de Barbarie de couleur Orange. Deux types de substrats ont été utilisés pour la fermentation acétique : (A) à partir d'une précédente fermentation alcoolique à 13,5 ° GL , et (B) à partir du jus de figues de Barbarie avec ajout de sucre à 22°Brix. *Acetobacter pasteurianus* a été utilisé pour la formulation (A) et *Acetobacter xylinum* pour (B). Le tableau n°11 présente les caractéristiques des deux produits.

Le vinaigre produit dans les deux cas possèdent une couleur jaune ambré intense, lumineuse ainsi qu'une fraîche et forte odeur(arôme) d'acide acétique. Les analyses sensorielles ont détecté une acidité ainsi qu'un goût agréable et naturel du sel. La Fermentation rapide de substrat B (jus sucré) s'est révélé la meilleure option pour la production du vinaigre.

Etant donné que plusieurs variétés de figues de Barbarie possèdent une gamme de couleurs différentes, plusieurs gammes de vinaigres de couleur différentes pourraient être développés. Cela permettrait la diversification de la fabrication de ce type de produit. Des études supplémentaires sont nécessaires pour comparer les divers processus et des substrats et d'évaluer chimiquement les produits, ainsi que le goût et l'apparence du produit. Une grande variété de produits peut être fabriqué à partir de fruits de figues de Barbarie.

Ceux-ci permettent la valorisation des matières premières et fournissent des emplois et des revenus aux différents maillons de la chaîne.

Tableau n°11 : Analyses chimiques et physiques de deux produits de vinaigres produits à partir de fruits de figue de Barbarie

Caractéristiques	Vinaigre (substrat A)	Vinaigre (substrat B)
Densité (g/l)	1,013	1,0127
Acidité volatile (%)	6,71	9,8
Acidité non-volatile (%)	0,0132	0,0181
Matière sèche (%)	5,33	4,27
Cendres (%)	0,982	0,832
Alcalinité des cendres (%)	0,374	0,567
Chlorure (%)	0,768	0,27
Index d'oxydation (%)	1112	1204
Aldéhydes totaux (%)	0,625	0,0006
Niveau d'acide acétique	6,7	9,8
Durée de fermentation (jours)	183	40

La diversification de développement des produits contribue à rendre les projets de valorisation de figues de Barbarie plus viables et les investissements nécessaires à la production plus rentables.

Ces nouveaux produits fabriqués à partir du figue de Barbarie offrent à la clientèle des choix divers et aide à diversifier les régimes alimentaires. L'objectif est une valorisation optimale du fruit et une consommation plus élevée de fruits frais ou transformés.

3) Qualité et sécurité

La production de produits de haute qualité est la base de la viabilité commerciale du secteur de l'agro-industrie, en particulier pour les produits alimentaires. Les consommateurs continuent à exiger une meilleure qualité organoleptique et sanitaire des aliments. Le premier concept de «contrôle de qualité» a été remplacé par celui de « l'assurance de la qualité», en mettant l'accent sur la prévention plutôt que de simplement contrôler les produits.

Des systèmes de ce type nécessitent un cadre d'assimilation et de compréhension conceptuelle aussi bien par les consommateurs des produits et les aliments fournis que par

les fabricants eux-même (quelle que soit l'échelle de la production), des bénéfiques à retenir qui se reflètent sur l'entreprise et l'amélioration de la demande du marché. Cela signifie que toutes les parties prenantes dans tous les maillons de la filière ou le secteur agro-industriel (tels que les producteurs, fournisseurs, distributeurs et autres) doivent assumer la responsabilité et le rôle qu'ils jouent dans la chaîne de valeur. Les mauvaises pratiques, les dysfonctionnements , les erreurs, les fautes et les défauts peuvent être notés facilement et ils peuvent ainsi être évités.

Cependant, l'implémentation d'un système d'assurance qualité approprié en temps opportun, nécessite l'implication de tous les intervenants qui doivent être formés et motivés. L'impact des Toxi-infections d'origine alimentaire a conduit à l'amélioration des pratiques d'hygiène au cours des processus de production. Cela signifie que des efforts nécessaires doivent être effectués aussi bien pour le personnel, l'approvisionnement en eau et en énergie, l'investissement en équipements et en appareil productif, l'emballage que pour l'infrastructure ainsi que toutes les composantes du système de distribution.

Les fruits de figues de Barbarie possèdent des caractéristiques et des propriétés généralement inexistantes dans d'autres espèces de fruits, qui nécessitent des soins supplémentaires lors du traitement : pH élevé , faible acidité (à l'exception de certaines espèces) ainsi qu'une teneur en sucre élevée.

Les produits fabriqués à partir de figue de Barbarie doivent toujours être de la plus haute qualité possible et vendus / consommés durant la période de stockage indiquée de façon à ne pas se détériorer et devenir insalubre à la consommation.

La sécurité alimentaire concerne les matières premières et les produits tout au long de la chaîne de valeur. Cela englobe la récolte et le traitement des fruits crus jusqu'au stade de production (l'usine) , la formulation, le mode de préparation, le stockage et le transport de produits finis, ainsi que le contrôle des propriétés chimiques, physiques et des processus microbiologiques qui se produisent au cours de la phase de transformation des aliments. Il est important, par exemple, d'avoir une connaissance parfaite des caractéristiques des additifs pouvant être utilisés dans les aliments, garantir les conditions adéquates et appropriées de stockage des matières premières et des ingrédients et de faire preuve de vigilance quant à la séparation physique de stockage des matières non alimentaires dangereuses dans des locaux destinées à cet effet, tels que les insecticides ou les détergents. En plus il faut s'assurer que toutes les surfaces de travail et les équipements

sont fabriqués à partir des matériaux sûrs et appropriés au contact avec des produits alimentaires, faciles à nettoyer comme en acier inoxydable ou en matière plastique. L'usage du Bois, par exemple, est à interdire car il n'est pas un matériau approprié pour le traitement, la préparation ou le transport des aliments. Les petits éclats de bois peuvent facilement se détacher et contaminer le produit, en plus le bois est un matériau poreux qui peut être contaminé par des micro-organismes. En résumé, quel que soit l'échelle de traitement et l'état de grandeur de l'entreprise, les bonnes pratiques de fabrication (GMP) doivent être adoptées et appliquées.

Les aliments doivent être sûrs, sans danger et de haute qualité. Ils ne doivent pas, par exemple, contenir des vecteurs tels que Shigella spp., Salmonella spp. Escherichia coli ou d'autres micro-organismes ayant le potentiel (susceptible) de causer la toxi-infection ou éventuellement des préjudices irréparables aux consommateurs. Le concept qualité englobe les caractéristiques nutritionnelles ainsi que celles sensorielles, qui sont incorporés dans le concept de «qualité totale».

Les aliments Frais et ceux transformés offerts à la vente doivent répondre aux différents niveaux de qualité attendus par les consommateurs.

Les aliments transformés fournissent des informations de ce genre sur les étiquettes des emballages. Il s'agit d'un aspect éthique fondamental qui construit et entretient la confiance entre les producteurs et les consommateurs lors de l'achat initial. Les normes de qualité développées dans chaque pays pour une large gamme de produits alimentaires fabriqués localement sont de valeur particulière à cet égard. Appliquées, contrôlées par les autorités nationales, ils acquiescent aux consommateurs une certaine mesure de confiance que les aliments proposés sont sans danger et salubre à la consommation. Bon nombre de ces normes sont semblables; certaines nombreuses normes nationales suivent, ou sont basées sur les lignes directrices fournies par la FAO / OMS Commission du Codex Alimentarius.

4) Marketing et commercialisation des produits

Beaucoup de produits ont été décrits à différents stades de leurs développements. Certains sont déjà sur le marché dans certains pays et les processus de fabrication, les produits et les normes peuvent être adoptés et déplacés rapidement à d'autres marchés. D'autres produits sont fabriqués sur une petite échelle et / ou d'une manière artisanale et serait profitable de bénéficier de l'utilisation de technologies améliorées garantissant plus d'hygiène et de sécurité aux produits fabriqués. C'est le cas pour le fromage fabriqué à partir du figue de

Barbarie. D'autres produits, tels que les pulpes de fruits, les confiseries de fruits et les jus concentrés, restent au stade de recherche et développement (R & D) et qui bénéficieraient de passer au stade industriel. Beaucoup de produits déjà sur le marché bénéficieraient du renforcement de la distribution en pleine expansion; il s'agit notamment de confitures, nectars et jus de fruits.

Pour beaucoup de petites agro-industries, la capacité insuffisante est un problème aussi important que les autres problèmes traditionnels de qualité, de sécurité et de bonne présentation.

IL existe beaucoup de petites entreprises capable de produire des aliments de haute qualité à des prix compétitifs, mais souffre d'un manque d'expérience pour l'identification puis d'exploitation des niches de marchés les plus profitables. Cela rend les études de marché et l'établissement et développement des stratégies de marketing de vigueur essentielles pour créer des exploitations et des entreprises de transformation alimentaire viables.

Les recherches de marché visent l'identification des secteurs d'intérêt, la fabrication pour répondre et satisfaire la demande prévue, la distribution des marchandises vers les marchés et la promotion des produits.

Un action à envisager qui pourrait améliorer le marketing et la commercialisation des produits fabriqués à base de figue de Barbarie, qu'il s'agisse de l'agro-industrie à petite échelle ou d'entreprises industrielles les plus avancées , est de différencier les produits des autres produits similaires et déjà disponibles sur le marché, y compris ceux à base de fruits les plus connus. Les consommateurs ont tendance à chercher et à profiter de la nouveauté et sont désireux de consommer de nouveaux produits joliment présenté. La différenciation des produits implique la mise en évidence et la mise en relief de différentes composantes des différentes types : physique (apparence, goût, arôme, texture) , nutritionnelle et fonctionnelle (vitamines , fibres, antioxydants et minéraux).

Un autre action qui se révèle beaucoup difficile mais tant importante n'est autre que la promotion de la source et l'origine des matières premières à travers l'établissement des labels qualité et des appellations d'origine pour valoriser et authentifier les produits. Cela comprend la réalisation des études sur les éléments environnementaux de la région : la nature aride des zones de production, l'atmosphère propre et non contaminé, la valeur des écosystèmes naturels, la disponibilité et l'utilisation de l'eau douce pour l'irrigation (le cas échéant), les pratiques appliquées pour la protection des sols et la flore / la faune naturelles et ce en vue de vérifier l'impact de ces paramètres sur les caractéristiques et les spécificités des matières premières ainsi que des produits qui y dérivent.

Des campagnes de marketing spéciales peuvent être conçues où de telles informations peuvent être fournies sur les étiquettes des produits et ce, sous la forme de messages simples qui sont facilement compris par les consommateurs. Celles-ci pourraient se concentrer sur leur précieuse contribution, qui peut s'étendre au-delà la valeur nutritionnelle du produit, et l'avantage de maintenir les plantes dans un environnement naturel.

C.III/ L'utilisation de cladodes dans la fabrication des produits alimentaires

1) Description des types de produits

Les raisons et les avantages de la transformation industrielle des fruits et légumes sont les suivantes :

- 1 . La préservation des qualités sur une période longue en vue d'accéder aux marchés divers et lointains .
- 2 . La fabrication des produits à plus forte valeur ajoutée avec un plus grand potentiel de commercialisation.
- 3 . L'augmentation de la durée de vie et de la disponibilité d'un produit tout au long de l'année.
- 4 . La stabilisation des prix en cas de surproduction dans le marché du frais.
- 5 . La création des emplois .

La transformation industrielle des raquettes de figue de Barbarie présente une valeur potentielle pour les industries traditionnelles et , tout autant, pour les communautés rurales marginales dans les régions arides. Les procédés disponibles sont bien connus . La production rentable dépend de l'étendue des marchés qui peuvent être développés ainsi que les services qui peuvent être fournis.

Ce chapitre couvre les expériences existantes en ce qui concerne le traitement et l'utilisation du figuier de Barbarie dans les produits alimentaires, en utilisant et valorisant les cladodes tendres (ou les nopalitos) et les raquettes mures. Les produits disponibles incluent généralement : des cladodes tendres en saumure ou marinés dans le vinaigre; les sauces Nopalitos ; les jus de raquettes pasteurisés, les confitures et les confiseries; les farines , et une sélection des aliments transformés des moins populaires développés pour les marchés

du Mexique et des États-Unis.

Les principaux produits de figues de Barbarie produites par les industries alimentaires au Mexique et au sud des États- Unis sont les cladodes préparés en saumure ou au vinaigre, les sauces et les autres aliments incorporant les cladodes tendres, y compris des confitures, des bonbons, des boissons et de la farine.

Les raquettes conservées en saumure ou du vinaigre sont les produits les plus populaires et qui ont été en production depuis les années 1970.

Les Sauces des raquettes tendres sont fabriquées à partir de feuilles broyées , avec l'addition de divers poivrons (de nombreuses différentes variétés disponibles) , tomates, oignons et épices dans des proportions variables.

Les nouveaux produits récemment introduits dans les marchés mexicains comprennent :

- les nopalitos dans de sauce , ce sont des cladodes en conserve dans diverses sauces pimentées .
- Pâté de Cladode au soja , produit à partir d'une purée nopalitos avec de soja texturé, des haricots et de l'arôme et la flaveur de poulet ou de bœuf, emballées dans des bocaux .
- Nopalitos avec du thon , ce qui est une salade appelé " Azteca " , qui contient le thon , les haricots, des raquettes de figue de Barbarie et des piments .

Le produit est mis en conserve et à la vente.

- Céréales de raquettes , c'est un Produit sous forme de granulés formé à partir d'un mélange de farine de blé et de son , avec la poudre des cladodes déshydratés et de la maltodextrine ajoutée en tant que fibre soluble dans l'eau. Le produit est emballé dans des sacs en polyéthylène et puis dans des cartons boîtes pour distribution et vente .
- Les farines de céréales et des raquettes, fabriquées par broyage des raquettes déshydratées avec des grains de céréales, et ce, après avoir enlevé le son ainsi que d'autres composants. Le descriptif «farine » dans l'industrie alimentaire est généralement attribué à des matériaux beaucoup plus finement broyés.

La Farine de cladode est obtenue par déshydratation et broyage des raquettes de- épinées , lavées et coupées. La farine a des applications dans la fabrication des biscuits, des industries des pâtes alimentaires ainsi que pour la production de fibres diététiques sous forme de granulés. Les fibres alimentaires sont de précieux produits de santé consommées afin d'améliorer la digestion des fibres solubles qui aident les personnes souffrant de la constipation. Les raquettes de figue de Barbarie représentent une source importante de telles types de fibres.

2) Les Raquettes peu transformés

Fruits et légumes minimalement transformés, comme les nopalitos, sont préparés et manipulés afin de maintenir la fraîcheur originelle du produit. Ceci acquiert d'importants avantages pour le consommateur. Bien que plus chers que les produits en vrac, les produits minimalement transformés ont été couronnés de succès dans le marché en raison de l'absence de déchets de produits lors de leurs traitements ou transformations ; ces produits sont généralement moins chers à produire. Il ya beaucoup de différents descriptifs pour décrire ces produits peu transformés / , y compris « produits frais coupés », « les aliments légèrement transformés », « les produits partiellement traités », « les produits frais traités » et « les produits pré- préparés ».

Comme le suggèrent les descripteurs, la préparation des produits peu transformés comprennent généralement le nettoyage, le lavage, la découpe , le tranchage, la découpe en bandes et les étapes connexes similaires, et ces manipulations augmentent la périssabilité des produits. Les consommateurs s'attendent généralement à des produits peu transformés pour être visuellement attrayants, faciles à manipuler et savoureux .

Il existe beaucoup d'informations disponibles pour décrire les caractéristiques générales de ces produits. Voici un bref résumé de certaines applications des plus intéressantes et technologies disponibles pour le traitement et la transformation des nopalitos (raquettes ou cladodes) .

Ces produits peu transformés ont généralement des taux de respiration plus élevés que plante originale intacte, ce qui suggère un taux de métabolisme plus élevé et une plus rapide détérioration. L'augmentation de la demande en oxygène résultante de la respiration nécessite un choix rigoureux des films d'emballage avec suffisamment plus de perméabilité à l'oxygène afin d'empêcher la fermentation et la formation des odeurs. Le choix du film plastique comme matériau d'emballage dépend de l'équilibre entre la demande en oxygène des produits et la perméabilité du film plastique. Dans la pratique, ces films sont souvent choisis sur la base du taux de transmission d'oxygène (unité de ml /m / jour 1 /atm l) et d'autres propriétés, tels que le taux de respiration du produit coupé, la quantité du produit concerné et la balance et l'équilibre des taux d'oxygène et du dioxyde de carbone requises dans l'emballage.

Les propriétés du film sont tout aussi importantes et incluent la perméabilité aux gaz , le taux d'humidité, l'épaisseur du film aux contrôles spécifiques de température, la surface totale de l'emballage scellé et le volume libre à l'intérieur du paquet.

Les Dommages et / ou les blessures physiques causées lors de la manipulation des produits

provoquent l'augmentation des taux de respiration et de la production de gaz de l'éthylène associés à des augmentations liées aux taux des autres réactions biochimiques responsables causant des changements de couleur (y compris le brunissement), de saveur, de la texture et de la valeur nutritive (teneur en sucres, acides et de la vitamine). L'ampleur de la transformation nécessaire et la qualité de l'équipement utilisé (par exemple, la netteté des lames lors de la coupe) ont un impact et un effet direct sur la sévérité de la réaction résultante des dommages d'origine.

Afin de minimiser les taux élevés de respiration et l'activité métabolique dans les aliments peu transformés, la réfrigération avec un contrôle strict de la température sont essentiels. En général, ces produits doivent être stockés à des Températures entre 0-5 °C pour maintenir la qualité, la sécurité et la durée de conservation. Lorsque cela est possible, le stockage doit être à 0°C. Ces conditions s'appliquent à tous les fruits et légumes sensibles au froid, y compris nopalitos.

Beaucoup des commentaires antérieurs concernant l'hygiène lors du traitement et de transformation minimale des fruits de figues de Barbarie s'appliquent également aux cladodes (raquettes) nopalitos peu transformés. D'autres risques peuvent survenir au cours de la distribution avant la vente tels que l'augmentation des températures, conduisant à la prolifération et la croissance des micro-organismes dangereux capables de se développer sous des conditions de réfrigération et d'atmosphère contrôlée.

Les micro-organismes se distinguent par leur sensibilité aux stockages sous atmosphère contrôlée. Généralement des Faibles niveaux d'oxygène (1% ou moins) ont peu d'effet sur la croissance des champignons et des bactéries. Pour plus d'efficacité de contrôle de la croissance microbienne, des niveaux de CO₂ entre 5% et 10% sont recommandés. De haute concentrations de CO₂ peuvent ralentir la dégradation des produits (tels que le ramollissement et les changements dans la composition) et affectent directement le pH et le métabolisme cellulaire des micro-organismes. En général, les champignons sont sensibles à la teneur en CO₂ et les levures sont plus tolérantes aux différentes concentrations. Le Matériau d'emballage modifie le taux d'humidité et la composition de l'atmosphère entourant les produits peu transformés, y compris le contrôle des profils microbiens. Les atmosphères modifiées peuvent entraîner des modifications de la composition et de la microflore. Par exemple, la dégradation bactérienne peut être évitée par l'emballage sous atmosphère modifiée.

Cependant, cette caractéristique n'est pas vérifiée pour tous les micro-organismes car certains micro-organismes pathogènes, tels que les *Listeria monocytogenes*, qui peuvent croître à des températures basses et sous atmosphère modifiée.

Ainsi, le conditionnement sous atmosphères modifiées peuvent prolonger la durée de vie des produits fraîchement coupés par la suppression de la détérioration causée par des bactéries communes ce qui permet le maintien d'une bonne apparence acceptable des produits. Nonobstant, des micro -organismes tels que *Listeria* peuvent se multiplier à des niveaux dangereux dans les produits emballés sous atmosphères modifiées sans montrer des signes de détérioration. Cela peut être dangereux ,ce qui rend obligatoire l'indication de la date limite d'utilisation Optimale recommandée sur les produits alimentaires emballés. Des chercheurs ont étudié le comportement de transformation minimale des nopalitos emballés dans des sacs de polyéthylène à haute densité (HDPE) et le polyéthylène à basse densité (LDPE), avec et sans vide , et stockés à des températures différentes (de 5°C et 20 ° C) . La perméabilité de ces films était pour LDPE de 3,367 ml O₂ /m²/ jour/ atm et pour PEHD de 3.626 ml O₂ /m²/jour/atm .

L'épaisseur du film plastique diffère aussi celle du LDPE est de 0,057 mm et pour PEHD sa valeur est plutôt de l'ordre de 0,0273 mm. Les variations et les dommages constatées en ce qui concerne la qualité des raquettes étaient le brunissement de surface , l'exsudation de mucilage et les changements de couleur de la surface virant de vert brillant à brun - vert. Ce qui limite la durée de conservation et de stockage de 1-3 jours à une température de 20 °C, et de 6-8 jours à une Température de stockage de 5 °C. Afin d'améliorer la durée de conservation de cladodes tendres peu transformés, des chercheurs ont recommandé la tenue les surfaces de coupe propre et sèche ainsi que le stockage des produits à 0-5°C. Plusieurs études préliminaires ont été réalisées sur des plantes peu transformées. Ces études ont inclus les nopalitos (cladodes), figues de Barbarie et pitayas. Les résultats pour nopalitos sont décrits ci-dessous.

Une évaluation a été réalisée sur l'effet des différentes températures de réfrigération (4°C ± 1°C et 10°C ± 1°C) et des trois films d'emballages plastique : polyéthylène de 35 mm (PE 35) , polypropylène 25 mm (PP 25) et polypropylène de 50 mm (PP 50) et ce, sur des jeunes raquettes peu transformés (*O. ficus-indica* L.). Les résultats ont été les suivants :

- Des plus bas niveaux de l'éthanol dû à la fermentation (38,8 mg /(100 g) et 12,4 mg /(100 g)) ont été mesurés à 10°C en utilisant les matériaux d'emballage PP 25 et PP50 , respectivement , et à 4°C en utilisant PE 35. Le changement de couleur le moins perceptible (AE = 5,6) a été observé à 4°C en utilisant 25 PP, tandis que le plus grand changement de couleur (AE = 32,2) était obtenue à 10°C en utilisant 50 PP.

Selon des chercheurs, l'AE fait référence à la variation totale en couleur d'un produit , de sorte que la première et les valeurs finales de couleur sont mesurées à l'aide d'un contrôle

référence sur la base du produit original avant le stockage, en utilisant la formule :

$$AE^* = \sqrt{(AL^*)^2 + (Aa^*)^2 + (Ab^*)^2}$$

- En général, les meilleurs résultats obtenus (à savoir moins de production d'éthanol, moins de changement de couleur et moins de changement de fermeté) ont été obtenus à 4°C en utilisant sacs PP 25 étanches.

-L'analyse factorielle a montré qu'il n'y avait pas d'interaction entre les facteurs, dont le type de pellicule n'a eu aucun effet significatif sur la perte de poids, d'acétaldéhyde ou de la teinte de couleur (indice de couleur). Comme le tableau n°12 montre, les plus hauts niveaux de d'éthanol et d'acidité titrable ont été trouvés avec le film PE 35, le plus grand changement dans la couleur, et le ramollissement (Test de pénétration dans la texture) avec PP 50, et la plus grande légèreté est obtenue avec des sacs en PP 25. Bien que la température n'a pas eu d'effets significatifs sur la production d'acétaldéhyde et d'éthanol, la luminosité et l'adoucissement, la plus grande perte de poids, le changement de couleur, le jaunissement (teinte inférieure) et le pH sont décelés à une Température de 10°C (voir tableau n°13).

Les conclusions sont évidentes, il est important d'utiliser les raquettes (cladodes) de haute qualité, et de disposer d'installations de traitement et de transformation appropriées et de la manière la plus aseptique possible.

Tableau n°12 : Effets des types de films plastiques sur les cladodes fraîches coupées et réfrigérées à 4 et 10 °C

Variable	Polyéthylène 35 microm	Type de film		Condition initiale
		Polypropylène 25 microm	Polypropylène 50 microm	
Perte de Poids (%)	0,327 a	0,25 a	0,241 a	
Acetaldehyde (mg [100 g]-1)	5,0 a	3,32a	3,10 a	2,47
Ethanol (mg [100 g]-1)	158,84	95,87 ab	90,62 ab	14,67
Changement de couleur (ΔE)	13,30 b	9,33 b	25,21 a	
Nuance (o)	103,7 a	107,36 a	102,3 a	119,17
Luminosité (L*)	49,24 ab	51,94 a	41,6 c	57
Test de pénétration en pulpe (mm)	6,0 b	5,59 b	10,0 a	6,06
PH	5,53 b	6,18 a	5,97 a	5,2
Acidité titrable (% d'acide)	0,295 a	0,240 b	0,26 b	0,387

malique)				
----------	--	--	--	--

Tableau n° 13 : Effets de la température sur des cladodes fraîchement coupées après 15 jours de réfrigération

Variable	Température 4 °C	Température (10 °C)	Condition initiale
Perte de Poids (%)	0,130 b	0,459 a	
Acetaldehyde (mg [100 g]-1)	3,88 a	4,05 a	,.47
Ethanol (mg [100 g]-1)	117,12 a	110,69 a	14,67
Changement de couleur (ΔE)	9,71 b	20,87 a	
Nuance (o)	114,3 a	94,62 b	119,17
Luminosité (L*)	48,9 a	46,28 a	57,0
Test de pénétration en pulpe (mm)	7,26 a	7,13 a	6,06
PH	5,68 b	6,10 a	5,2
Acidité titrable (% d'acide malique)	0,384 a	0,242 b	0,387

3) Jus et boissons de cladodes

Le jus des raquettes de figues de Barbarie est extrait par broyage et pressage de la matière première. Le process de transformation consiste en le broyage des raquettes après retirement et desèpinage des épines et hachage des cladodes dans un mélangeur (broyeur) industriel. L'eau est ajoutée pour faciliter le processus et le liquide résultant est ainsi filtré pour séparer les matières solides en suspension.

Une société mexicaine procède au mélange de jus de cladode avec du jus de goyave pour la vente commerciale destinés aux marchés locaux et ceux d'exportation. Un deuxième produit appelé ' Eau de cladode ' (agua de nopal) est composé de jus de cladode auquel sucre est ajouté.

D'autres produits développés sont les sirops de cladodes fabriqués à partir de sirops de saccharose (55-75 ° Brix) à laquelle du jus de cladode a été ajouté. Une entreprise au Texas aux États-Unis produit du sirops de mûre et de myrtille à base de mélanges de cladode et de mucilage.

Des chercheurs ont évalué plusieurs boissons fabriqués à partir des formulations à base de cladodes de figue de Barbarie préalablement blanchies à 95°C, macérées et filtrées. La meilleure formulation était à base de pulpe macérée et diluée dans l'eau à 30% de

concentration, avec ajout de l'acide citrique pour atteindre un pH de 3,5 et une concentration de 1 g d'aspartame 335 ml - 1 comme édulcorant. Le produit a été pasteurisé à 76°C durant 15,2 minutes, et les éléments nutritifs et les autres composants thermolabiles ont été affectés.

4) Confitures et confiseries

La confiture des cladodes (Nopalitos) est préparée à partir de jeunes raquettes qui ont été broyées et cuites avec de variables quantités de sucre ainsi que de la pectine et des conservateurs. Mais le processus du traitement est généralement composé du hachage, du broyage et la cuisson des matières premières préalablement blanchies. Le mélange est ensuite chauffé et le sucre est ajouté progressivement jusqu'au point d'ébullition. Avant l'ajout du sucre, la pectine, le benzoate de sodium et l'acide citrique devrait être mélangée à la confiture. Le mélange doit alors être chauffé jusqu'à concentration à 65°Brix. La pectine doit être dissoute dans le sirop avant de l'ajouter au mélange. Si le gel ne se forme pas le rapport de pectine / acide citrique devrait être augmenté.

Des essais sur la production de confiture de cladode ont été réalisée au Mexique avec des proportions différentes de l'aubépine (*Crataegus pubescens* Steud) .

Un mélange de cladode / aubépine à un rapport 4/1 donne une formulation à un niveau acceptable avec de bonnes propriétés de gélification et une activité (aw) de 0,895.

Egalement des confitures avec une arôme, une saveur, une apparence et une texture à 95% d'acceptabilité ont été obtenue par addition de pectine et acide citrique à fin de fournir une acidité et un pH de 3,2 et une concentration de 65°Brix.

Des chercheurs ont entrepris des essais au Chili où il n'ya pas des traditions de consommation des raquettes de figue de Barbarie. Des bonnes notes d'acceptabilité ont été obtenues pour des confitures de raquettes mélangés avec du jus de citron et de la pelure.

Des raquettes d'1 an d'âge ont été utilisées, blanchies et pré- traitées avec $\text{Ca}(\text{OH})_2$ afin d'améliorer la texture et réduire la teneur du mucilage. Puisque les raquettes possèdent la saveur et l'arôme d'herbe, du jus de citron et du Zeste ont été ajoutés à la formulation, ce qui augmente l'acidité de la matière première normalement peu acide. Comme les raquettes ne contiennent pas de la pectine et il était impossible d'atteindre la consistance nécessaire pour la fabrication de la confiture, de la carraghénane a été ajoutée à une concentration de 0,3%. La confiture à 67°Brix , pH 3,8 , aw 0,82 et une viscosité de 2,9 cm/min.

La viscosité est un paramètre clé pour la fabrication de la confiture. En l'analyse sensoriellement, la confiture de cladode a obtenu une note d'acceptabilité de 7.5 sur une échelle de 1 à 9 ce qui a été prometteur pour un nouveau produit de ce type. Les

caractéristiques de qualité noté par un panel de dégustation incluent la bonne apparence, la consistance modérée, l'agréabilité de la saveur et de la couleur, l'acidité et la douceur.

D'autres types de produits fabriqués à partir des cladodes, connu en Mexique, sont les bonbons et les confiseries cristallisées. Avec quelques variations, les produits sont obtenus par addition du sucre et en mélange avec d'autres aliments, comme les fruits séchés. Il existe de nombreuses façons de production d'une grande variété de bonbons et friandises. Les noms des produits aussi varient d'un endroit à un autre pour les différents produits, caramels, gelées, gommés, cladodes confits et barres produits à base de mucilage ainsi que d'autres mélanges .

Les chapitre prochains fournissent plus de détails sur les technologies de fabrication, compte tenu de l'intérêt particulier utilisant les raquettes comme base de produits sucrés dans les différentes régions du monde.

Selon certains auteurs le processus de base pour la fabrication de raquettes (cladodes) cristallisées est l'utilisation des cladodes après désépinage .

Les raquettes sont ensuite lavées dans de l'eau et découpés en carrés d'environ 10 mm x 10 mm de dimensions . En vue de raffermir les raquettes avant traitement, les raquettes sont traitées avec une solution de 5 % de calcium hydroxyde et ce, pendant 24 heures, après quoi ils sont lavés à l'eau courante pour enlever la chaux qui sera alors drainée. Cette étape est suivie par un blanchiment à 80°C pendant deux minutes afin de stopper l'activité enzymatique, d'adoucir les tissus, d'éliminer le mucilage et permettre ainsi une plus grande absorption de sucre. Ils sont alors déshydratés d'une manière osmotique dans une solution de sirop de sucre à 60°Brix à 20°C , avec ajout des feuilles de figuier (à un taux de environ 15 g) , qui , selon la tradition, contribuent à maintenir la texture des cladodes. Cet effet est probablement causé par la présence du calcium dans les feuilles de figue. Les cladodes sont ajoutées au sirop, et le mélange est ensuite chauffé à 80°C pendant 20 minutes, après quoi les cladodes sont retirées du sirop. Ensuite, la concentration du sirop est augmentée jusqu'à 70°Brix, et les cladodes sont ajoutées et le mélange est ainsi chauffé à 50°C pendant trois heures. A ce moment, les cladodes sont retirées du sirop et séchées dans un séchoir à air forcé à 75°C, puis conditionné à 40°C en vue d'éviter l'exsudation à l'intérieur du paquet . D'autres chercheurs ont utilisé un autre procédé similaire , mais avec une déshydratation osmotique beaucoup plus lente (ils commencent à partir d'un sirop à 40°Brix et ils opèrent une augmentation de la concentration de 10°Brix / jour jusqu'atteindre une concentration finale de 70°Brix) et différents mélanges de sucres dans 100 g d'échantillons de sirops de saccharose / glucose à des rapports de 80/20 et 70/30 ont été testé. Le meilleur traitement était obtenu à l'aide de sirops à 100% de saccharose.

Les Raquettes coupées en cubes avaient été traitées auparavant avec une solution de 2% de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en vue d'améliorer la texture et d'enlever le mucilage. Le traitement osmotique conduit à une déshydratation des cladodes en cubes à 15% de teneur en humidité. Ainsi, le produit obtenu présente les caractéristiques suivantes : Taux des matières sèches de 88,4% ; le taux d'humidité de 11,6% ; 75,6 ° Brix ; acide citrique à 0,27 % ; taux de cendres à 0,63% ; et une activité d'eau (a_w de 0,59). Les cubes ont une forte couleur verte ($L^* = 27,1$, $a^* = -2,4$ et $b^* = 3,6$). La valeur énergétique était élevée de 289 kcal/(100 g), qui était semblable à celle des raisins secs (259 kcal / [100 g]) et des figues sèches (250 kcal / [100 g]). La note d'acceptabilité du produit était de 6,5 sur une échelle de 1 à 9, et la texture a été classée «bonne» sur une échelle similaire (voir la photo 2). Après trois mois de stockage à 15-18°C, une diminution de texture de produit a été notée, probablement causée par un degré de recristallisation en raison de la concentration élevée de saccharose

PHOTO n°2 Cladodes cristallisés



5)Nopalitos en saumure et nopalitos marinés (semi-conserve)

Le traitement des nopalitos (mariné ou en saumure) commence par la réception et la préparation des matières premières. Les raquettes doivent être d'une haute qualité irréprochable et leurs épines doivent être enlevées. La préparation consiste essentiellement au lavage et au blanchiment des cladodes de manière à inactiver les enzymes et de détruire les micro-organismes présents, d'adoucir les produits et d'éliminer le mucilage. Le blanchiment peut être effectué par passage du produit à travers une cuve à vapeur pendant 10 minutes, ou par immersion du produit dans de l'eau en ébullition et ce, pendant 30 minutes. Il est important d'adapter la durée du traitement et de la température aux caractéristiques de la variété utilisée *Opuntia*.

Les Raquettes tendres d'*Opuntia* sauvage, sont plus résistantes à des températures plus élevées et à des temps de cuisson plus long que les variétés de raquettes cultivées comme

(*O. ficus-indica* L.). Enfin, le produit est immergé dans de l'eau froide propre, ce qui provoque un choc thermique permettant la fixation de la couleur verte caractéristique des raquettes tendres fraîches et supprime tout mucilage de surface.

a) Raquettes marinés(nopalitos)

Les Nopalitos sont blanchies et les raquettes sont conservées dans du vinaigre et assaisonnées avec des épices (maximum 2 % d'acide acétique), avec ou sans addition de légumes et d'autres condiments. Le processus, que ce soit manuel ou mécanisé, se compose essentiellement du coupage, du hachage des raquettes qui ont déjà été dé-épinées et lavées. Au même temps la saumure est préparée en mélange avec du vinaigre (Acide acétique à 1,8-2 %), des plantes aromatiques et de l'huile. Tout d'abord le vinaigre est chauffé jusqu'au point d'ébullition et les épices sont ajoutés directement ou dans un sac en tissu laissé environ cinq minutes dans le vinaigre bouillant en vue d'acquérir la saveur au mélange. Pendant ce temps, une acitronado a été préparée par friture de l'oignon émincé, les carottes hachées, l'ail pelé et les feuilles de laurier dans l'huile. Les raquettes sont ensuite mélangées avec du cornichon et l'acitronado, du piments (*Capsicum* spp .) et des feuilles de coriandre sont ajoutés.

Le mélange est emballé dans des pots, puis stérilisés par passage à l'autoclave ou dans un bain d'eau, puis refroidit, essoré et laissé à sec avant d'être finalement étiquetée.

Une grande variété de nopalitos décapés peuvent être trouvées sur les marchés locaux au Mexique. Plus de 25 différentes marques sont disponibles, produites avec une variété de mélange d'épices et emballés dans des sacs en plastique, des canettes ou des bocaux . Les Nopalitos marinées se trouvent également au Texas, où ils sont connus comme « cactus doux et chaud ». Divers produits commerciaux sont disponibles étiquetés avec des informations nutritionnelles .

b) Nopalitos en saumure

Les jeunes raquettes sont blanchies et conservées dans une solution de saumure (maximum de 2% de NaCl). Le processus de fabrication utilise habituellement des nopalitos qui ont été préparées à la transformation. Certains produits finis de certaines entreprises présentent une concentration de saumure à 12%. Les Nopalitos peuvent rester dans la saumure entre 10 jours et plusieurs mois et ce, selon les caractéristiques voulues du produit fini. Pendant cette période, il est essentiel de surveiller et de maintenir la concentration correcte de la saumure, pour ce il faut procéder à l'agitation et le mélange quotidienne des produits et de garder ainsi les récipients scellés pour éviter une contamination par des

corps étrangers et la décoloration par la lumière.

Lorsque l'étape de saumuration est terminée, les nopalitos sont dessalés par lavage, puis triés et coupés en lanières, en cubes ou en formes minuscules de cladode appelé « bébé Nopalito ». Ils sont par la suite emballés dans des pots en verre, des sacs de polyéthylène, des boîtes ou des seaux en plastique, à laquelle sont ajoutés les épices, le liquide de couverture (à 2% saumure) et, lorsque cela est nécessaire, des agents de conservation sont ajoutés. Parfois les produits sont commercialisés en vrac, sans dessalage.

Les Nopalitos saumurés sont généralement utilisés dans la préparation de nombreux plats différents. Le rendement des produits nopalitos en saumure sont prêts à la vente est d'environ 57%, et ce, en fonction du processus de la fabrication et de sa performance. L'aspect des produits est très variable ainsi, dans de nombreux cas, la couleur verte et brillante d'origine est perdue en raison de la dégradation de la chlorophylle par la chaleur ou des traitements à l'acide utilisés dans le procédé. Par ailleurs, des recherches ont été effectuées pour contrer et pallier à ces défaillances ce qui a abouti à des modifications et des changements des techniques traditionnelles de traitement.

Des Marchés des produits similaires existent pour les nopalitos marinés. Plus de 20 marques différentes sont actuellement vendues sur les marchés intérieurs au Mexique, et certaines entreprises les fabriquent également au Texas. Les produits sont vendus en pots de verre et dans des canettes. L'une des sociétés fabrique une purée de cladode. Deux marques mexicaines sont les nopalitos saumurés et marinés.

Photo n°3 présente une sélection de produits de Nopalitos disponibles sur le marché mexicain.

Comme les légumes, les nopalitos ont une valeur nutritionnelle élevée, mais les consommateurs doivent être conscients afin d'apprécier leurs qualités.

L'Université du Chili, en collaboration avec des chercheurs de la CIAD au Mexique, se sont mis à explorer les possibilités d'introduction nopalitos en Chili où ces produits étaient jusque-là inconnues.

Ainsi, les nopalitos en saumures ont été préparées selon les recommandations de différents chercheurs et ont été évaluées positivement par un panel de dégustation.

Le produit a été présenté en tant que salade, préparée selon les habitudes culinaires du Chili, et l'évaluation sensorielle a donné un score d'acceptabilité de 11 sur une échelle de 1 à 15.

L'apparence du produit et la texture mucilagineuse auraient déclassé l'acceptabilité mais, bien que le jury de dégustation les a détectés, les caractéristiques ne diffèrent pas

significativement de l'échantillon de contrôle (nopalitos cuits à 100°C pour 10 minutes) ;
n'ont pas donc influencée les notes d'acceptabilité.

Ces résultats sont encourageants et presentent des promesses pour beaucoup de
populations dans les zones d'insécurité alimentaire du monde qui pourraient bénéficier de
l'introduction de nopalitos dans leurs régimes alimentaires.

PHOTO n° 3 Produits à base de cladodes en saumure ou marinés



6)Les farines de cladodes de figue de Barbarie :

La Farine de cladode est obtenue par déshydratation et broyage des raquettes de différentes
âges. L'âge des raquettes influence énormément les caractéristiques de la farine obtenue.

La farine des cladodes a été récemment utilisée dans l'industrie de la boulangerie et
présente le potentiel d'être introduite dans les formulations de fabrication des biscuits, des
pâtisseries, des soupes et des desserts, ainsi que dans la production des fibres alimentaires
granulées. La dernière application revêt d'une importance innoïe car elle augmente la
consommation des fibres solubles, améliorant de manière significative la digestion de
personnes souffrant de la constipation. Les raquettes sont une importante source de ce type
de fibre. Des chercheurs décrivent les caractéristiques physiques et chimiques de la farine
de cladode préparés en utilisant un mélange de cladodes à différents âges (d'1, 2 et 3 ans) ,
comme indiqué dans le tableau n°14.

La farine contient 43% des fibres alimentaires totales, dont 28,45% des fibres insolubles et
14,54 % de fibres solubles. L'aw du produit est faible et la couleur est d'un vert pâle brillant,

ce qui était facile à modifier en ajoutant les couleurs naturelles les plus attrayantes ou acceptables. Le produit présente un Index d'absorption d'eau élevée (WAI 5.6 ml /g), ce qui explique ses propriétés rassasiantes.

Les taux de calcium et de potassium dans la farine sont généralement élevés (3,4 mg/g et 2,1 mg/g respectivement), tandis que le niveau de sodium est faible (0,02 mg/g). Même si la teneur en calcium est élevée compte tenu de l'apport quotidien recommandé pour un adulte est de l'ordre de 800 mg, les besoins de bio- disponibilité devraient être pris en compte. La Contribution en énergie est de 145,3 kcal /(100 g), ce qui est inférieur à celui des farines de blé et de légumineuses typiquement comprise entre 325 kcal / (100 g) et 357 kcal /(100 g). La présence microbiologique était faible, à 3,3 ufc/ g , et le comptage des champignons et des levures était de 4,6 cfu/ g. Un point à noter est que la farine de cladode de farine de figue de Barbarie n'est pas consommée en tant que telle , mais plutôt elle est incorporée dans les formulations d'autres produits qui sont normalement traités thermiquement .

La Farine de cladode a été testée pour l'amélioration de la teneur en fibres des produits tels que des potages de légumes, les desserts comme les flans (flan est un dessert gélifié similaire à la crème caramel) et des biscuits. Ce type de produit revêt d'un intérêt particulier dans de nombreux pays avec des régimes faibles en fibres et présentent des avantages potentiels pour la santé.

Lors de l'incorporation de ce produit dans les formulations des aliments liquides ou semi-liquides, tels que des soupes ou les desserts, le degré de gélification, de la viscosité ou des propriétés rhéologiques de la farine devraient être prises en compte. Ceux-ci peuvent influencer de manière significative les caractéristiques sensorielles du produit auxquels elle est ajoutée. Des essais en vue d'explorer cet aspect ont été menés , des chercheurs ont considéré des modèles de dispersions de la farine de cladode avec des concentrations de 2,5% , 5,0% et 7,0% et des valeurs de pH de 4,0 , 6,0 et 7.0. Des modifications et des changements de viscosité ont été mesurées à différentes températures (10°C, 20°C, 40°C et 70°C), parce que les aliments sont transformés ou consommés après le traitement thermique . Certains aliments sont refroidis avant d'être consommés . Le plus grand effet a été causé par la température et de la concentration, alors que le pH a eu peu d'effet.

La plus haute dispersion de la viscosité a été notée à une concentration de 7,0% , un pH de 7,0 et à une T de 10 ° C, pour atteindre une valeur de 2 307,0 mPa s . Ces types d'informations sont primordiales pour la formulation des aliments.

Un autre facteur qui pourrait influencer les propriétés rhéologiques a été peu étudié n'est autre que l'effet des températures de séchage de cladode. Il y avait des indications que les

températures de séchage de 75-80°C conduisent à une plus faible viscosité de suspensions à base de farine, ce qui signifie qu'une plus grande proportion de farine serait être requis dans les aliments formulés. Il est nécessaire de vérifier ces effets sur les fibres alimentaires. Un facteur supplémentaire peut entrer en jeu, est celui des impacts de la gestion agronomique des plantes en croissance qui pourrait causer des variations dans la teneur en mucilage. Des chercheurs ont déclaré que la culture à température ambiante peut influencer la teneur en mucilage des cladodes, il est également possible que l'irrigation et les précipitations ont des effets similaires.

Lors de la formulation d'une soupe de légumes de farine de cladode, la même sélection de produits commercialisés ont été utilisés (farine de blé, épinards déshydratés, l'oignon, le lait écrémé, le sucre, le sel, les arômes, etc), sauf que 15 à 20 % de la farine de blé a été remplacée par la farine de cladode de figue de Barbarie. Il a été noté que le niveau de remplacement affecte de manière significative les caractéristiques sensorielles de la soupe, et que la soupe avec 15% de remplacement ont reçu la plus haute note de préférence (7 sur une échelle de 9 points). D'ailleurs, les meilleurs notes ont été attribuées pour l'apparence, la couleur et l'arôme mais la viscosité a été jugée trop élevée . Comme cette propriété avait une influence majeure sur l'acceptabilité du produit, il était essentiel de l'améliorer. Il y avait d'évidents avantages à l'apport de 5% de fibres alimentaires et en calories inférieure à ce niveau, avec ce type de farine de remplacement par rapport aux produits similaires déjà sur le marché.

L'utilisation de la farine de cladode dans des formulations des desserts a été évaluée en ajoutant des pourcentages différents de la farine (de 16 à 18 %) à une formulation de base. D'autres ingrédients habituellement utilisés pour les gâteaux ou poudres mix de dessert conçus pour les préparations de maison ont été ajoutés, tels que des poudres de lait écrémé, des épaississants , de la carraghénane et de la gomme de guar, d'édulcorant , de l'arôme et du sel. l'addition et le choix des agents aromatisants importe beaucoup parce que la farine de cladode a une saveur herbeuse et semble que certains consommateurs les trouvent désagréables.

Un mélange de poudres pour la fabrication des tartes avait une activité de l'eau (a_w) de 0,48 ce qui limite l'activité microbienne et offre de bonnes propriétés de conservation. La composition d'un mélange de flan indiqué dans le tableau n°15. 6,7% des teneur en fibres alimentaires totales, était soluble et 3,7% étaient insolubles , ce qui serait généralement affectée par l'addition de la farine de cladode, la gomme guar et la carragénine. Une portion de 100 g du dessert reconstitué contient 1,2 g de fibres alimentaires de plus que des produits similaires sur le marché .

Le flan est faible en calories (40,3 kcal / portion) parce qu'il a été formulé avec des édulcorants fournissant zéro calories.

La poudre est juste l'un des moyens par lesquels la farine de cladode peut être utilisée dans des formulations alimentaires pour la préparation des soupes de légumes ou des desserts. Cependant, les liquides sous forme de préparations alimentaires sont plus susceptibles d'être affectés par le mucilage, d'autres travaux seront nécessaires en vue d'améliorer la présentation finale des produits.

Des Petits gâteaux et biscuits sont des produits séchés qui peut également être fabriqués en remplaçant d'une partie de la farine de blé par celle de la farine de cladode de figue de Barbarie.

Ces produits sont déjà présents sur les marchés locaux avec de nombreuses formulations différentes de cookies ou de biscuits , en exploitant des niches de marché afin de promouvoir les produits «naturels» et / ou à « teneur élevée en fibres ».

Cependant, ces produits peuvent rivaliser et concurrencer d'autres produits plus familiers avec une meilleure acceptation de la part d'une clientèle habituée. Plusieurs chercheurs ont mené des études sur divers proportions de mélange de farine de blé avec celle de cladode pour fabriquer des biscuits en remplaçant entre 15 % et 25% de la farine de blé. La formulation de base contient de la farine de blé, du sucre , du saindoux , des oeufs, du lait en poudre , du sel et du bicarbonate de sodium , avec de la cannelle et de l'avoine , ce qui a conféré aux produits une saveur semblable à des cookies déjà familiers aux consommateurs.

Les cookies recevant la note la plus élevée d'acceptation de la part des panels de dégustation contiennent 15% de la farine de cladode de figue de Barbarie de remplacement (de substitution). Mais les problèmes qui ont été relevés concernaient des saveurs d'herbe et une sensation mucilagineuse lors de la dégustation. Davantage d'efforts devraient être déployés et des essais doivent être réalisés sur la teneur en mucilage , ainsi que sur l'optimisation des formulations, avec des teneurs élevés d'avoine, de la cannelle ou d'autres arômes en mesure de masquer mieux la saveur de la farine de cladode.

Tableau n°14 : Caractéristiques de farine de cladode de figue de Barbarie

Paramètre	Valeur
Aw (activité de l'eau)	0,53
Couleur	
L*	73,37

a*	-5,2
b*	26,1
W.A.I (ml g)	5,6

Tableau n°15 : Composition chimique de mix en poudre pour la préparation de flan (dessert)

Analyse	Valeur
Humidité	5,72
Protéine	27,2
Extrait d'ether	2
Cendre	12,7
Fibre	9,8
Extrait exempt de nitrogène	42,6

7) Qualité et sécurité

L'importance de maintenir l'approvisionnement des matières premières de haute qualité s'applique également aux produits à fabriquer. Un certain nombre d'indicateurs extrinsèques ou intrinsèques peuvent être utilisés pour déterminer la qualité de ces produits. Les « Indicateurs intrinsèques » sont généralement ceux que les consommateurs utilisent pour l'évaluation : leur propre sens et / ou la perception . Lorsque cela n'est pas possible , d'autres indicateurs , connus génériquement comme « indicateurs extrinsèques » , sont utilisés . Il s'agit notamment de la santé / sécurité , la valeur nutritionnelle , la méthode de production, et l'environnement de la protection et la source et l'origine de produit . Typiquement , ces caractéristiques doivent être évaluées par des indicateurs tels que les marques et / ou certification , généralement fournis par des tiers spécialisés.

Les programmes de la sécurité et de l'assurance la qualité sont basés sur des normes et standards établis, de contrôle de la qualité, des procédures d'inspection, de certification et / ou d'accréditation , qui renvoient au travail original théorique de laboratoire sous la responsabilité des autorités nationales .

L'établissement de normes favorise la collaboration entre tous les acteurs de la chaîne de valeur. La standardisation et des procédures pour le maintien des normes peuvent surmonter les obstacles pour le développement et la création des entreprises et permettre la différenciation de produits, de biens et de services visant à améliorer la consommation et la protection .

CODEX STAN 185-1993 est le Codex Alimentarius standard pour les nopalitos . Elle s'applique aux nopalitos qui ont été préparés, emballés et commercialisés frais. Cependant, il n'existe pas de normes internationales pour nopalitos transformés industriellement, comme

celle marinées ou produits en saumures. La Mexique a introduit des normes des aliments pour fournir une mesure de l'orientation et / ou une référence pour ces produits, y compris la norme NMX- F - 121-1982 sur les denrées alimentaires humaines (jalapeños ou Piments de Serranos emballés dans du vinaigre ou en saumure) et NMX- F - 150 -S- 1981 standard sur l'alimentation humaine (détermination de chlorure de sodium dans la saumure).

En résumé, il est essentiel d'établir des aliments de haute qualité et des programmes d'assurance de la sécurité en vue de garantir et de certifier les attributs requis pour tous les produits. Ceci est basé sur des normes nationales et des règlements , une inspection de leur respect et de maintenir par les fabricants , généralement reconnu par marques, cachets et / ou certification. Le Mexique a fait un début de classement jeunes cladodes d'Opuntia vendu frais, mais ce n'est pas encore être étendu aux nopalitos transformés industriellement .

Les Normes du Codex Alimentarius couvrent toutes les denrées alimentaires, bruts, semi-transformés ou transformés (FAO / OMS, 2003). Ils comprennent également des matières premières utilisé dans la préparation des aliments , y compris les matériaux premières ou des produits primaires ainsi que ceux-ci se rapportent à les principaux objectifs du Codex : protection de la santé des consommateurs et l'encouragement des pratiques équitables dans les actions de marketing des aliments. Dans le cas des aliments à base de cladode pour qui il n'existe pas de normes du Codex disponibles ou des normes pour les additifs et / ou d'autres processus des aliments relatifs aux raquettes d'Opuntia qui devraient être utilisé. Ceci permet d'obtenir une meilleure compréhension des enjeux , encourager la poursuite des progrès et l'élaboration éventuelle des normes internationales.

8) Marketing: état des lieux et perspectives pour les produits

Certains chercheurs ont fourni résumé utile de l'état actuel de l'industrie et du développement du marché des produits dérivés de cladode en vue d'identifier es problèmes et le potentiel d'opportunités clés.

Une gamme de produits de nopalitos (cladodes) marinés et en saumures sont produites au Mexique et aux États- Unis. Les principales variétés cultivées et destinée à la consommation humaine sont ceux du genre Nopalea. Celles-ci ont moins d'épines, mais possèdent un pelage épais et sont généralement préférées aux variétés de type Opuntia pour la transformation et la consommation.

Au Mexique , des auteurs ont décrits et énuméré plus de 20 entreprises de production nopalitos en saumure, et au moins trois aux États- Unis. Plus de 25 entreprises fabriquent des nopalitos marinées au Mexique mais une seule entreprise est listée aux États-Unis. Les

marchés sont en pleine expansion avec une demande croissante pour une gamme de produits de figue de Barbarie tirée par la popularité croissante des aliments mexicains, ainsi que les mouvements migratoires de personnes. La nouveauté réside dans l'ajout et l'addition de ces types d'aliments épicés à des plats comme les salades, et les consommateurs sont devenus plus aventureux à explorer de nouveaux aliments et de nouvelles saveurs. Une tendance à la hausse similaire a été perçue dans la préférence des consommateurs pour les aliments à valeur nutritionnelle et sanitaire supérieure. La croissance du marché pour les aliments mexicains n'a pas été perdue dans le secteur commercial, et plus de 15 aliments de marque ont été identifiés aux États-Unis (neuf au Texas, cinq en Californie et un en Arizona), et ce en partie à cause de la migration et / ou de la réinstallation d'un grand nombre de personnes du Mexique et d'autres pays d'Amérique latine qui favorisent et qui raffolent de tels aliments. Lors de la transformation et la préparation des plats mexicains, la plupart des ménages préfèrent acheter des ingrédients frais et préparer des sauces quotidiennement.

Les récents consommateurs convertis aux aliments mexicains n'ont ni le temps ni la coutume de préparation de sauces fraîches. De nouveaux marchés proposent à leurs clientèles plus de produits fabriqués en usine. De même, les quantités de piments dans les aliments transformés devraient être réduites en fonction de palais qui ne connaissent ou ne sont pas habitués à des aliments très épicés. Les campagnes de marketing doivent adapter les produits et l'approche pour convaincre de nouveaux clients à consommer des aliments mexicains pour la première fois.

Lors de l'utilisation de la farine de cladode dans les aliments transformés, la principale stratégie a été d'introduire dans les marchés locaux de nouveaux produits contenant un mélange de farine de cladode avec des farines traditionnelles et ce, en vue de masquer tout changement important au niveau du goût et / ou la texture des produits transformés.

Par ailleurs, les Marchés de fruits et de légumes continuent à se développer, ce qui offre des possibilités pour ajouter des fruits de figue de Barbarie à des mélanges d'autres fruits afin de satisfaire et répondre aux goûts des différents groupes de la clientèle. La confiture de cladode sont produites par au moins quatre marques au Mexique et deux marques aux États-Unis. Au Texas, par exemple, une entreprise de fabrication de confiture procède à l'extraction du mucilage et ce par un processus de broyage et de filtration des nopalitos et son utilisation pour améliorer la consistance des confitures produites à partir d'une variété de fruits (par exemple, framboise, mûre, fraise, pêche, pomme, poire, d'ananas et de prune). Une compote de nopalitos et de plusieurs autres fruits (ananas, poire, figue, pêche et fruits de figue de Barbarie au sirop) a récemment été introduit au Mexique.

Les marchés mondiaux des confitures de Nopalitos offrent de nouvelles perspectives promotrice pour l'utilisation du mucilage en mélange avec d'autres fruits , notamment en mettant l'accent sur les avantages sur la santé de ces produits à base de nopalitos . les Marchés de confiture au Mexique offrent un potentiel limité en partie à cause du climat trop chaud sur toute l'année et , surtout, parce la plupart des ménages ont une préférence pour la fraise confiture (plus de 85% du marché de la confiture) .

Au Mexique il existe un marché porteur pour tous les types de bonbons et friandises et confiseries produites à base de cladodes de figues de Barbarie. Cela comprend les nopalitos au sirop, la pâte de cladode cristallisé, les gommes, et les guimauves et des bonbons. De nouvelles perspectives excitantes ont été décelées pour l'expansion des marchés à travers le monde pour les confiseries et les friandises à base cladode. Des campagnes bien ciblée en faveur de ces produits de haute valeur se révèlent essentielles.

C.IV/ La production alimentaire à petite échelle destinée à la consommation humaine

7) Description des produits

Il existe une grande variété d'options pour l'utilisation de figue de Barbarie , fruit et nopalitos et raquettes matures en vue de les transformer en divers types des produits. Certains ont été produits domestiquement pendant de nombreuses années et font usage à des technologies de base bien connues . Certains produits sont concentrés, tels que les confitures préparés soit à partir de la fruits ou des cladodes. Les produits marinés et mis en saumures sont fabriqués principalement à partir des nopalitos . Les produits déshydratés sont fabriqués soit à partir de la pulpe de fruits ou des napalitos . Les farines sont fabriquées à partir de raquettes , et d'autres produits peuvent être obtenus par fermentation du jus du fruit de figue de Barbarie .

Les objectifs généraux de la transformation des fruits et des cladodes de figue de Barbarie sont les suivants : La préservation des fruits ou des raquettes à cause de leurs hautes périssabilités ; éviter la perte par la détérioration ; pallier les aléas de production et la fourniture des aliments qui contribuent à une alimentation plus équilibrée.

Dans certaines régions où poussent Opuntias sauvage ou y sont cultivées , beaucoup de nouveaux promoteurs ou des consommateurs ne disposent d'aucune connaissance sur les nombreuses options disponibles pour l'utilisation et de valorisation de ces plantes. Ainsi, dans les zones rurales , il est logique de commencer par les usages ou les méthodes de

traitement qui sont familiers, car ils sont déjà utilisés pour préserver d'autres plantes .

La transformation industrielle diffère généralement du traitement à domicile, quelle que soit l'échelle, en fonction des technologies utilisées, les équipements requis, et la nécessité des infrastructures et des utilités.

La transformation industrielle requiert des exigences différentes, que celles requises pour la fabrication de ces produits à domicile et ce, en termes de la technologie utilisée , de la consistance nécessaire des produits et la qualité des matières premières achetées / utilisés pour le traitement et fabrication des produits, ainsi que l'optimisation des flux des matières dans et hors de l'usine. Les compétences, l'équipement et les méthodes requises pour la production domestique ne sont ni suffisants ni adéquats pour la production à l'échelle industrielle .

Ce chapitre traite de la production industrielle de certains aliments dérivés d' Opuntia Ficus Indica (figue de Barbarie). Certains produits les plus prometteurs et les plus attrayants sont explorés , même si les technologies nécessaires peuvent être coûteuses ou complexes.

Certaines applications peuvent être mises en œuvre sans problèmes majeurs à l'échelle de production, tandis que d'autres exigent différentes infrastructures et plus de capital.

La figure n°2 illustre la sélection de produits .Les étapes de traitement sont décrits ci-dessous.

Un avantage de cette sélection de produits est que , dans de nombreux cas, les mêmes étapes de traitement peuvent être utilisées moyennant des modifications mineures , pour d'autres types de fruits . Etant donné que la figue de barbarie est un produit saisonnier , l'infrastructure , les équipements et le système de production industriels nécessaires pourraient bien être sous-utilisés , avec comme résultante des pertes de rentabilité financière et économiques.

2)Exigences techniques

Exigences relatives aux matières premières, les équipements et d'autres éléments pour les différents procédés industriels pour la production de cactus de poire et nopalitas sont décrits dans les paragraphes suivantes.

a) Les Matières premières

L'une des conditions sine qua non et des pré-requis fondamentaux pour l'industrie agro-alimentaire est l'approvisionnement suffisant en matières premières et ce, en vue d'exploiter et de rentabiliser les équipements et les installations des usines économiquement sur une

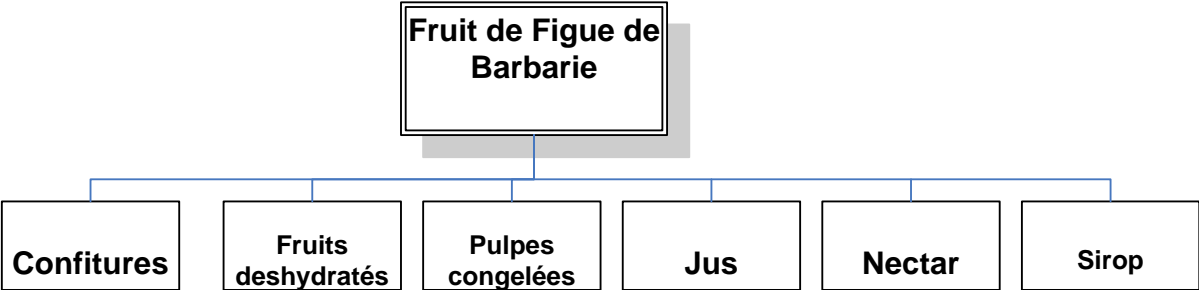
période de temps. Les matières premières doivent respecter un certain nombre d'exigences strictes pour les rendre appropriés à des fins de traitement industriels : Ils doivent être de qualité appropriée, suffisante et requise pour les processus destinés, elles devraient être suffisamment disponibles afin d'assurer un approvisionnement en quantités et en qualités appropriées au cours de la campagne afin d'assurer un fonctionnement en usine / processus, et ils devraient être disponibles d'une manière telle qu'elle permette à l'usine de répondre à la demande du marché .

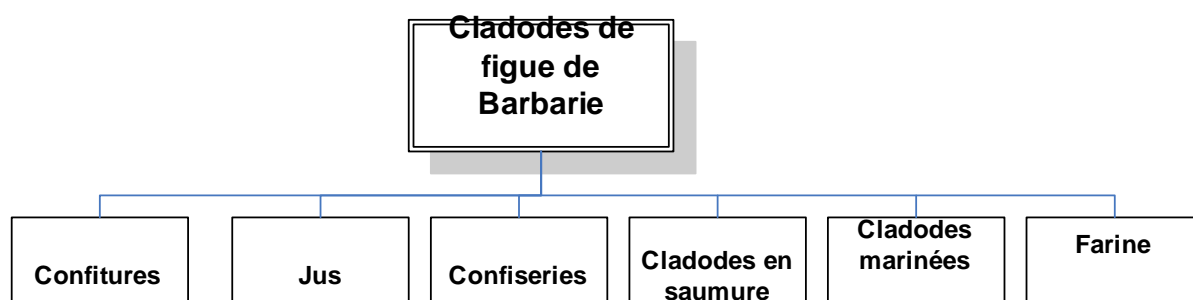
Les managers et les directeurs d'usine s'approvisionnent auprès des fournisseurs sur la base de : la distance nécessaire à l'acheminement des matières premières des zones de production jusqu'à l'usine , l'évaluation des matières premières livrées (qualité, uniformité des produits etc), et l'étendue des dommages causés par les mauvaises manipulations lors de la récolte ou au cours du transport. La Fiabilité de l'approvisionnement est aussi importante et les fournisseurs doivent être capables de fournir les matières premières en cas de besoin.

Toutes les matières premières (produits) agricoles présentent des variations notables en régularité de qualité, et les fruits de figues de Barbarie et les nopalitos ne font pas l'exception et n'échappent pas à cette règle influençant ainsi la transformation industrielle.

Certains paramètres des matières premières dépendent de l'espèce, du degré de la maturité, de la taille et de la variabilité , de la zone de production (climat et sol) et des opérations de manutention. Certaines de ces différences peuvent être accommodées au niveau du processus industriel et ainsi qu'au niveau des marchés. Bien que cela puisse être considéré un désavantage en termes de cohérence et de régularité et de stabilité de la qualité du produit , il peut être considéré comme un avantage sur le marché (à condition que ces différences restent à certaines limites), car cette non constance peut traduire l'état «naturel» des fruits et des produits originaux. Le type de matière première utilisée dépend donc en grande partie de ce que l'usine produit.

Figure n°2 : Exemples de transformation industrielle à base de fruits et des cladodes de figue de Barbarie





b) les Equipements

Les petites ou moyennes entreprises utilisent des équipements mécaniques et / ou automatiques comme appeil productif nécessaires aux processus de fabrication et de transformation des produits, mais leurs processus de fabrication peut aussi inclure un certain nombre d'opérations manuelles . Les systèmes modulaires mécaniques ou manuels utilisent des équipements portables dans différentes lignes de production qui se révèlent avantageux car ils réduisent les coûts et offrent plus flexibilité à la production.

La disposition des équipements devrait suivre le flux logique des processus permettant d'économiser de l'espace et d'éviter les points critiques de contamination (par exemple près de drains, des portes de toilettes, des bureaux et autres endroits où les ouvriers peuvent se rassembler).

Un facteur clé pour la fabrication et la production des denrées alimentaires de haute qualité est le nettoyage et l'entretien des matériels et des équipements ainsi que des ateliers de l'usine. Ces actions doivent être entreprises avec soin selon des procédures bien établies préalablement, de telle manière à faire en sorte que les équipements soient totalement propres et exempts de tous résidus des matériaux transformés. Les opérations d'entretien et de nettoyage des équipements se font généralement après arrêt de la production. Les procédures de nettoyage doivent être établies sur la base des recommandations du fabricant des équipements et du débit de la production.

c) Les Aménagements

Les recommandations du Codex Alimentarius (FAO / OMS) et de certains auteurs relatives

au choix des équipements à acquérir, et l'emplacement de leurs installations sont jugées utiles. Les recommandations pour l'installation des équipements de transformation des aliments sont généralement basées de sur les normes d'hygiène requises pour les opérations et les ouvriers et les opérateurs. De nombreux pays possèdent leurs propres règlements et normes relatives à la composition et la sécurité sanitaire des aliments, qui régissent également les pratiques au niveau de l'usine de traitement et les conditions de présentation des aliments au niveau des points de vente, tels que les magasins et les restaurants. Tous les maillons de la chaîne alimentaire sont couverts par la réglementation.

Les normes sont généralement la responsabilité des ministères de la santé ainsi que d'autres organismes officiels. Les normes doivent être adoptées et les procédures doivent être suivies .

Idéalement, l'usine de transformation des aliments seront construits spécifiquement dans le but de la transformation des aliments. Cependant, les équipements nécessaires à la transformation des aliments sont souvent installés dans un bâtiment qui a déjà été utilisé pour un autre but. Malgré les coûts supplémentaires pour la conversion et l'aménagement des locaux, la nouvelle unité doit être adaptée à la spécificité de la transformation des aliments. Le coût d'adaptation et d'aménagement des bâtiments et des ateliers devraient être soigneusement examinées car il peut s'avérer trop onéreux et avoisiner le montant de construction d'un nouveau bâtiment, ainsi il est en fait préférable d'opter pour la construction d'une nouvelle usine à cet effet respectant dès sa conception les exigences requises de la marche en avant et de la séparation des zones propres de celles sales, des zones humides de celles humides afin d'éviter .

Le choix de l'emplacement de l'usine de traitement est d'une importance vitale. Les différents points à considérer comprennent :

l'accès à l'approvisionnement en matières premières ; la proximité des marchés (routes d'accès , par exemple), la disponibilité de la main-d'œuvre qualifiée ; de l'eau potable, et de l'énergie tel que l'électricité à des prix raisonnables et des services publics de télécommunications, l'environnement de l'usine (l'emplacement de décharges de déchets, l'eau stagnante, les odeurs, les insectes, la vermine , etc). Les alternatives sont alors de déménagement et / ou nettoyage de l'environnement. Certains auteurs ont examiné un certain nombre de facteurs pour l'emplacement de l'usine et son effet sur la qualité des produits et la compétitivité des industries alimentaires à petite échelle.

Pour une usine de transformation alimentaire , peut-être plus que pour les autres types de bâtiments , leur aspect extérieur est important, car c'est ce qui détermine et influence les

premières impressions de la clientèle. La propreté et la bonne présentation sont des indicateurs de bonne gestion interne de l'entreprise.

Cependant, bien que la façade est importante, un extérieur propre n'est pas suffisant et n'est pas un objectif en soi. L'usine doit être propre et peinte à l'intérieur et à l'extérieur.

Les environs immédiats de l'usine doivent être clairs et sans encombrement, avec des pelouses taillées, les équipements et les matériels stockés hors de vue, les ordures doivent être enlevées et les voitures et les camions garés à l'écart de principales zones et secteurs sensible de l'atelier. L'air dans les aires de fabrication de l'usine doit être filtré et exempt de poussières, ce qui se révèle important si l'usine produit de grandes quantités de poussière. L'Intérieur de l'usine, les murs doivent être peints dans des tons pastels, avec de la peinture alimentaires et résistantes à l'eau (imperméables et non toxiques) parce que, les murs doivent être régulièrement lavés et maintenus propres afin d'éviter toute contamination et assurer un environnement sain de la. Pour des résultats optimaux, les murs devraient être couverts de carreaux de céramique à une hauteur de 1-1,5 mètres au-dessus du niveau du sol. Même si ces entretiens se révèlent trop cher, des tuiles doivent être utilisées autour des lavabos ou là où les murs peuvent être soumis à des projections pendant les opérations de traitement. En plus, les murs doivent être lisses et exempts de fissures jusqu'à une hauteur de 1,8 mètres.

Un autre point particulièrement important pour l'hygiène est la manière dont les parois des murs rencontrent le sol. Etant donné que les jonctions à angle droit sont difficiles à nettoyer et la saleté et les poussières s'accumulent rapidement, les jonctions courbes sont recommandées permettant d'être facilement balayée. le même raisonnement s'applique aux fenêtres, qui devraient être construites afin d'éviter la poussière et l'accumulation des saletés et à prévenir qu'ils ne deviennent une source de contamination.

Les cadres des fenêtres doivent de préférence être au même niveau avec la paroi pour faciliter le nettoyage et de fournir un accès facile aux fenêtres. Les fenêtres devraient également être équipés d'écrans pour empêcher l'entrée des insectes et des oiseaux et d'autres nuisibles.

Les sols doivent avoir un drainage suffisant pour canaliser loin des grandes quantités d'eau utilisés dans les usines de transformation des aliments. Des structures construites à cet effet, des systèmes de drainage sont construits au niveau du sol. Le sol doit suivre suffisamment un gradient pour permettre à l'eau de s'écouler en douceur à un canal de drainage central. Celle ci doit être recouverte d'une grille facilement amovible pour faciliter le nettoyage de la grille et le canal. Comme ces canaux peuvent fournir l'accès pour les

rongeurs et cafards , ils devraient être équipé de barrières et régulièrement vérifié afin de veiller à ce qu'ils fonctionnent de manière satisfaisante.

En plus, il faut prendre soin en vue d'empêcher l'entrée des insectes, les oiseaux ou les rongeurs par l'intermédiaire d'autres parties et issues de l'atelier. Des vermines peuvent aisément accéder à travers des trous dans les murs, les portes ou à travers des lacunes où les structures déformées. Les points d'entrée typiques sont entre autres le toit et les murs et les portes d'entrée, en particulier.

les autres points à inspecter au niveau de l'usine sont les conduits de service définis dans le sol ou au niveau des murs pour installer les câbles télécommunication et les tuyaux ainsi il est utile d'insérer des disques métalliques au niveau des conduits pour entraver le passage des rats et des cafards.

Les salles de nettoyage des caisses et les toilettes devraient être séparés des pièces de transformation des aliments . Un lavabo doit être placé à proximité de l'entrée de l'usine et à la sortie des toilettes , si possible , avec des robinets actionnés par le bras ou le coude plutôt que par les mains. Cela permet d'éviter la recontamination des mains lavés avant de réaccéder dans les aires de transformation au niveau des ateliers. Une petite piscine d'eau doit être fixé au niveau du sol à l'entrée des ateliers de traitement, à travers laquelle tous les opérateurs doivent passer en portant des bottes en caoutchouc contribuant à maintenir bottes du personnel nettoyées et à entretenir l'hygiène au niveau des ateliers de transformation.

Les opérations de préparation des matières premières, telles que lavage et le tri , sont parfois entrepris à l'extérieur de l'usine. Il est recommandé de prévoir la conception des toits au-dessus ces zones afin d'améliorer les conditions de travail, en particulier dans les régions chaudes et / ou tropicales où les températures lors des campagnes peuvent atteindre les 45°C.

En fonction de l'emplacement de l'usine de traitement, elle devrait être solidement clôturée afin d'éviter l'entrée des grands animaux et / ou des voleurs. Des haies vives peuvent parfois être utilisés, y compris les plantes Opuntia.

d) Les utilités et services

Une des exigences les plus importantes pour toute usine de transformation des aliments est la disponibilité de l'eau potable , généralement utilisé pour :

- Le maintien de l'hygiène de l'usine (nettoyage des équipements, des planchers et des murs), ce qui est essentiel afin d'assurer la sécurité et la qualité et la sécurité des nproduits alimentaires;

- l'hygiène personnelle des opérateurs contribuant ainsi à assurer la sécurité sanitaire des denrées alimentaires;
- Le lavage des matières premières (la première étape dans la production de produits de haute qualité) ;
- Le lavage d'autres matières et fournitures , tels que les bouteilles et les bouchons pour les bords ;
- Utilisé en tant qu'eau de process pour la préparation des aliments .

Pour ces raisons, il est essentiel de s'assurer de la disponibilité d'eau de qualité microbiologique et physico-chimique irréprochable, propre, potable.

Dans de nombreuses régions du monde, en particulier dans les régions rurales , un approvisionnement régulier en eau propre et potable n'est pas toujours assuré , et en cas d'indisponibilité de l'eau les dirigeants doivent assurer l'obtention de l'eau par d'autres moyens tels que les sondage et des puits. Ces eaux de sondages et des puits nécessitent des traitements de purification et ce, en vue d'assurer suffisamment d'eau de bonne qualité pour le traitement et la transformation des produits alimentaires, aboutissant ainsi à un produit final exempt de tout danger lors de sa consommation. Le chlore est utilisé dans l'objectif désinfecter l'eau, généralement moyennant la combinaison des filtres et des bassins de rétention . Lorsque l'eau est utilisée dans le procédé en tant qu'ingrédient alimentaire, elle doit être traitée avec soin si l'eau potable n'est pas déjà disponible . C'est particulièrement important si le produit n'est pas traité thermiquement après que l'eau soit ajoutée. Des chercheurs ont rapporté que l'eau peut être traitée à petite échelle. L'ébullition et le traitement chimique sont les premières options pratiques. D'autres méthodes utilisent la lumière ultraviolette pour sa stérilisation. Le traitement à l'hypochlorite de sodium est une méthode rapide pour la désinfection de l'eau.

En plus, l'eau utilisée pour le nettoyage doit contenir 200 ppm de chlorure , par contre celle utilisée comme ingrédient devrait contenir un maximum de 0,5 ppm en vue d'éviter que la forte odeur du désinfectant n'affecte le produit.

En plus, l'accès à une source d'énergie fiable est essentiel pour toute industrie agro-alimentaire, quelle que soit l'échelle de production.

L'électricité est exigée pour le matériel d'exploitation et ce, afin de fournir l'énergie thermique nécessaires à la production de la chaleur et de la vapeur requises pour certaines étapes de traitement. Cette source d'énergie peut être obtenue à partir d' un certain nombre de sources.

Les petites et moyennes Agro-industries obtiennent et s'approvisionnent habituellement en énergie électrique à travers des réseaux municipaux ou d'un générateur d'électricité sur

place. Différents combustibles peuvent être utilisés, y compris le gaz de propane liquide , le biogaz, l'essence / diesel, le charbon, le bois de feu ou d'autres sources de combustibles inflammable. Bien que de nombreuses micro-entreprises fonctionnent avec des équipement manuels qui n' exigent pas d'énergie électrique, de nombreuses opérations, telles que la cuisson, la pasteurisation et la stérilisation nécessitent l'électricité comme source d'énergie provenant soit à partir de réseaux d'alimentation ou d'autres sources.

L'approvisionnement en énergie se révèle stratégique pour le développement de l'agro-industrie , et la disponibilité d'un approvisionnement fiable ne doit jamais être sous-estimé.

Les énergies produites à partir de bois de feu ainsi que d'autres sources tels que la biomasse sont largement utilisés par les petites et moyennes agro-industries . Les cladodes d'Opuntia matures lignifiées et séchées sont considérées comme d' excellent biocarburants, ce qui confère à l'agro-industrie basée sur l'Opuntia - un avantage de l'énergie intégrée. Cependant, peu d'informations et de données sont disponibles sur l'application et les rendements des raquettes d'Opuntia comme combustible, malgré le fait qu'elles soient utilisées au niveau des foyers de certains pays africains. Des études de ce genre seraient très utile .

Les Systèmes d'alimentation électrique dans l'installation de traitement doit être protégée de l'eau et des attaques de rongeurs , et les principaux disjoncteurs / fusibles doivent être situés à au moins 1,5 mètres au-dessus du sol et à l'écart des zones humides de l'usine .

Un service additionnel requis par les agro –industries est la distribution de produits et marchandises fabriquées. La distribution et la commercialisation peuvent être soit assurées par la même société (camions, les points de ventes, etc) ou externalisées. La distribution est aidé par l'accès aux services de transport et à un réseau routiers reliant l'usine aux principaux centres commerciaux.

L'approvisionnement en ingrédients (tels que le sucre, l'emballage, les additifs), des installations et / ou des services (par exemple l'entretien des installations / équipements) et d'autres exigences relatives aux ateliers et aux équipements agro-industriel , doivent être prises en compte lors de la planification et l'établissement d'installations.

L'inexistence d'une prévision des besoins et / ou de la concrétisation des contrats de services fiables peuvent entraîner l'inefficacité opérationnelle des projets. Plus l'usine et ses équipements et ses procédés de fabrication industriels soient complexes, plus variés seront

les services requis déterminant finalement la facilité et / ou la complexité de l'exploitation, des coûts des investissements et de la rentabilité du projet.

e) Le Travail

Un approvisionnement en matières premières de haute qualité est essentiel pour la production des aliments sains de haute qualité .

Cependant , ce sont le personnel et les ouvriers impliqués dans le processus production qui sont les plus essentiels à l'industrie : des techniciens qualifiés , des gestionnaires et des ouvriers sont les ressources les plus importantes à considérer. En ce qui concerne l'industrie, ce sont les personnels qui représentent la véritable richesse et le capital de toute entreprise. La disponibilité du personnel hautement qualifié détermine la viabilité de l'usine et de l'entreprise au fil du temps. Si le personnel qualifié ne peut pas être recruté à cause de sa non disponibilité à l'emplacement de l'usine, ou si la taille de l'entreprise est trop petite ne permettant pas de mobiliser des spécialistes à plein temps, les dirigeants de l'entreprise devront contracter et s'octroyer les services des experts pour des prestations de service particulières limitées dans le temps. Cependant, les dirigeants doivent en accompagnement de la croissance de chiffres d'affaires de l'entreprise procéder à la formation du personnel afin de développer les connaissances, les compétences spécifiques et le savoir-faire et ce en vue de leurs partage et leurs mutualisation au sein de l'entreprise assurant ainsi sa pérennité.

Ainsi, la formation représente une forme essentielle au développement à long terme de l'entreprise. En fin de compte, toutes les catégories de personnel devraient suivre une certains modules de formation selon les niveaux de complexité des tâches à effectuer.

Il est important de rappeler que la production alimentaire fait partie d'une chaîne et que l'assurance de la qualité nécessite l'acquisition d'une certaine conscience de la notion qualité. Tout le personnel doit être conscient qu'il joue un rôle important en veillant à ce que les opérations de traitement permettent de produire des aliments de haute qualité nutritionnelle et gustative, sains et salubres à la consommation. Ce sentiment d'appartenance devrait être nourri au fil du temps à tout le personnel afin de se sentir responsables des rôles à jouer dans le processus global de transformation et de fabrication des produits alimentaires. Tout au long du processus de fabrication des produits alimentaires, les ouvriers doivent se considérer à la fois des clients et des fournisseurs internes en restaurant des protocoles de réception et de livraison des marchandises des maillons en amont et en aval. Cela conduit au développement d'une chaîne de responsabilité

tout au long du processus de fabrication.

Les efforts de formation doivent être orientés aussi bien aux aspects techniques du travail tels que l'hygiène que sur les aspects organisationnels régissant les relations professionnelles et personnelles, et l'instauration d'une chaîne de responsabilité et des valeurs d'honnêteté, d'éthique du travail, de fidélité et d'engagement au sein de l'usine.

Un personnel satisfait des conditions dans les quels il opéreet il évolue est susceptible de garantir sa fidélité à l'entreprise et à ses valeurs pour une grande partie de leur vie professionnelle.

f) Le Fonds de roulement

Le fonds de roulement est généralement indispensable quel que soit l'échelle de l'agro-industrie, et ce sont généralement les investisseurs et les nouveaux promoteurs qui déterminent le montant fonds d'emprunt suffisantes pour la création de l'entreprise, son implantation, son établissement et de son exploitation. Des considérations doivent être prises concernant les coûts opérationnels / trésorerie de l'entreprise sur la base des chiffres d'affaires. Le financement est habituellement requis pour l'approvisionnement en matières premières, et des prestations de services, ainsi que pour la construction et l'implantation de l'usine, l'acquisition des équipements et des services d'installation. comme les fonds requis pour l'acquisition des équipements différent de ceux requis pour l'exploitation font que les coûts financiers impliqués et conditions de prêt / crédit seront également différentes.

Les fonds d'investissement seront tenus en vue de l'acquisition des terrains, la construction des ateliers (bâtiments), l'acquisition et l'installation des machines, des équipements et des pièces de rechanges, et de paiement des coûts relatifs aux aménagements de l'usine. Ces fonds peuvent être empruntés des banques commerciales, bien que l'investissement agro-industriel pour des très petites entreprises, dans les pays en développement, est parfois disponible et assuré par des donateurs.

Le Capital d'exploitation sera nécessaire pour couvrir les coûts des matières premières et de fournitures de fonctionnement de l'usine et des services de base (énergie, eau, etc), parfois avant même la génération de tous revenus des ventes de produits transformés. Les fonds seront être dépensés au cours des premiers mois de fonctionnement de l'usine avant la vente de produits. Les estimations des fonds nécessaires aidera à déterminer le montant du capital d'exploitation nécessaire, ce qui peut également être emprunté. Une fois l'installation est en marche, les fonds de roulement finance habituellement les factures entrantes, et qui devraient dépasser le montant des crédits de la société auprès des

fournisseurs.

Dans une économie moderne, plusieurs sources de financement peuvent parfois être combinées afin de réduire les exigences en matière de fonds de roulement (et donc du coût de l'emprunt).

Un certain nombre de critères sont généralement utilisés pour différencier entre les types et les niveaux des entreprises.

Certains de ces critères sont les suivants: le nombre des ouvriers/ personnel et leurs compétences, les technologies utilisées, le capital investi; l'ordre de grandeur de l'investissement ; l'organisation des systèmes d'exploitation; la capacité annuelle de production.

Les micro-entreprises sont celles qui emploient 1-5 travailleurs , les petite entreprises sont typiquement celles employant 6-20 personnel et les moyennes entreprises sont celles dénombant 21-100 ouvriers les travailleurs.

3)Pré-traitement :

Les opérations effectuées avant le traitement sont d'un intérêt particulier pour la transformation des fruits de figue de Barbarie parce que les manipulations post- récolte des fruits ou des cladodes présentent des impacts directs sur la qualité finale des produits transformés. Les fruits de figue de Barbarie et les cladodes doivent être récoltés avec soin afin d'éviter les dommages et / ou la contamination et ce, en vue d'assurer la qualité depuis la récolte au niveau des champs jusqu'aux premières étapes de la chaîne de traitement en usine.

Les Approvisionnement en matières premières à l'usine sont, en principe, fixés en coopération avec les producteurs et ce, en vue de s'assurer que l'approvisionnement puisse satisfaire et répondre aux exigences et aux besoins de fabrication et que les matières premières récoltées demeurent en bon état lorsqu'ils sont stockés avant leurs livraisons. Les stockages en plein air et / ou au niveau du champ ne sont pas appropriés une fois les fruits et les cladodes ont été récoltés. Si des installations et des entrepôts de stockage et d'entreposage frigorifiques ne sont pas disponibles, les matières premières brutes peuvent être conservées à l'air libre sous un toit ombragé pendant de courtes périodes avant leurs traitement. Les matières premières doivent être emballées et livrées dans des caisses ouvertes qui peuvent être manipulées facilement par les ouvriers. Cet emballage «non vrac» réduit le risque des dommages causés par l'écrasement (voir Photo n°4). En aucun cas, les fruits ou les raquettes ne doivent être laissés sur le tas lors du transport ou en cours d'attente au niveau des champs ou avant la livraison à l'usine.

Une fois les matières premières livrées à l'usine de traitement, elles doivent être formellement réceptionnées et la qualité des matières premières vérifiées sur les points suivants :

- La propreté et la maturité des fruits ;
- L'uniformité de la taille et de la fraîcheur de raquettes ;
- L'uniformité des variétés de fruits reçues;
- Les poids des fruits ou des cladodes reçus

(source indiquant les noms des producteurs, contrat, les fermes de l'entreprise , etc.)

En fonction du type des fruits à traiter, il est parfois utile d'effectuer des analyses de laboratoire de routine (tels que l'acidité, °Brix et pH). Le taux des sucres (°Brix) peut être contrôlé facilement à l'aide d'un réfractomètre manuel.

Après la récolte, les cladodes ne doivent pas, généralement, subir aucun conditionnement ou préparation avant la livraison à l'usine. Quels que soient les moyens du transport, les cladodes doivent être livrés attentivement afin de prévenir les dommages avant l'arrivée à l'usine de transformation. Ils doivent donc être transportés dans caisses appropriées . Au Mexique, elles sont transportées vers les marchés locaux dans des pacas (photo n°5) . Ce sont des structures cylindriques d'environ 2 mètres de haut et d'1 mètre de diamètre et peuvent emballer entre 2 500 à 3 000 nopalitos.

Le paca est un conteneur utile étant donné le grand nombre de raquettes qui peuvent être déplacés. Cependant, ils ne doivent pas être laissés à plus de quelques jours à la température ambiante avant de les déballer parce que, comme toutes les plantes, des changements peuvent se produire à la suite de la respiration des cladodes. Si les raquettes sont transportées en vrac dans des caisses en bois, ils peuvent être endommagés par des chocs et la couleur des raquettes peut s'assombrir détériorant ainsi la qualité des matières premières.



PHOTO n°4 Les fruits de figues de Barbarie à l'arrivée de l'usine



PHOTO n°5 Types de systèmes de transport de for cladodes tendres (wooden box and paca)

4) L'élimination des épines

les épines fruits de figue de Barbarie peuvent être retirées manuellement ou mécaniquement. La suppression manuelle des épines est généralement entreprise sur le domaine et sur le champs immédiatement après la récolte, comme le montre la photo n°6. Un lit de paille est préparé sur le terrain (parfois un filet ou une bâche en plastique est utilisée) où les fruits sont disposés et étalés. Des ouvriers munis de balais enlèvent les épines en brossant les fruits et ce, en les frottant contre la paille. Il faut veiller à éviter d'endommager la peau des fruits et d'empêcher leurs contamination par le sol et / ou paille , les fruits endommagés et contaminés doivent être retirés lors du triage au niveau de l'usine de traitement .

L'élimination mécanique des épines est généralement effectuée à l'air libre, avant que les fruits ne soient livrés à l'usine. Dans les pays chauds de l'ombre est assurée et fournie moyennant des mailles en plastique étalées sur la zone desépinage afin de rendre la zone de travail plus agréable et en vue d'empêcher les fruits du réchauffement .

Différents modèles d'équipements ont été développés pour le desépinage. Le même équipement peut être utilisé soit à la ferme ou à la première étape de traitement à l'usine.

Les Épines sont supprimés en exécutant les fruits sur des rouleaux recouverts de poils ou de brosses qui sont suffisamment difficile permettant d'enlever les épines sans endommager les fruits (Photo n°6). Les brosses sont généralement fabriquées à partir de poils de nylon, crin ou du chiffon qui se révèlent épaisses et fermes mais pas rugueuses. Les épines de fruits de figues sont très petites et peuvent s'en tenir à la la peau, aux yeux et aux vêtements des ouvriers manipulant les fruits leurs causant parfois de graves irritations. Une fois retirées , les épines sont capturées par un souffleur à air et déposées dans un conteneur fixée à l'équipement ce qui empêche les problèmes de contamination de personnels travaillant à proximité.

Photo n°7 montre un type d'équipement utilisé pour l'élimination des épines des fruits de figue de Barbarie. L'unité d'aspiration d'air peut être vu au-dessus de l'équipement. Le fruit est trié à la main avant que les épines ne soient enlevées par l'équipement desépinage . Les opérateurs utilisent généralement des gants pour se protéger les mains.

Les épines sont retirées des nopalitos manuellement à l'aide forte couteaux et ce dès leurs réception à l'usine de traitement

PHOTO n°6 Brossage des épines de figue de Barbarie



PHOTO n°7 Machines de brossage des épines de figue de Barbarie



5) Le triage et le lavage

Les fruits doivent être triés et lavés à leurs entrées dans à l'usine.

Les fruits endommagés, corrompus, trop mûrs, vertes, décolorés, non uniformes sont rejetés à ce stade . Photo n°8 montre une table de triage avec des ouvriers de tri à la main.

Après le triage et avant leurs transformation, les fruits doivent être lavés avec de l'eau propre qui de préférence peut être chlorée (à 200 ppm). Le lavage est effectué par immersion des fruits dans des cuves ou des bacs, facilement lavable, fabriqué par des matériaux ne provoquant pas la contamination des fruits. Le choix du matériel dépend en grande partie du débit de l'usine et l'échelle de production.

Par exemple, un ligne de production d'une micro-entreprise comprend des équipements généralement , simple, modulaires , à commande manuelle et facile à nettoyer. Les Matériels ou les ustensils en bois ne doivent pas être utilisés pour le traitement des fruits car elles sont proscrites par les exigences de sécurité et d'hygiène alimentaire. Les équipements en acier inoxydable ou en plastiques sont recommandés et préférables .

En fonction du débit de la production et de la quantité des fruits lavés, l'eau doit être changée fréquemment afin de maintenir l'efficacité du nettoyage et d'éviter la contamination des fruits. c'est l'opération finale avant le pelage les fruits, qui est généralement réalisée à la main en utilisant des couteaux tranchants. La manière la plus facile pour peler les fruits de figue de Barbarie est de couper les extrémités, d'effectuer une fente longitudinale et de supprimer la

pelure en une seule pièce. Cela supprime également la section de peau intérieure sous l'épiderme. Cependant, la peau intérieure est incorporé dans certains processus et ce en vue d'augmenter le rendement sans affecter la saveur ou l'arôme du produit.

Le pelage et toutes les autres opérations de manipulation impliquant le contact direct avec le fruit devraient être effectuées en utilisant des gants tout en insistant sur le nettoyage rigoureux des mains, comme le montre la photo n° 9 . A ce stade, les ouvriers doivent porter des masques afin d'éviter la contamination de la matière première. Au fil des années de labeur les ouvriers acquèrent une grande habileté et de la dextérité et seront capables de travailler rapidement et avec précision.

Des prototypes d'épulchage automatique des fruits de figues de Barbarie ont été testés. Par exemple, l'Université de Chili a testé un équipement semblable à celui de l'épluchage de pommes de terre, mais les essais de cet appareil n'étaient pas concluantes.

Par ailleurs, lors du nettoyage des cladodes les épines sont supprimées manuellement en utilisant des couteaux tranchants.

Au fil du temps, les ouvriers deviennent hautement qualifiés pour le retrait de la colonne vertébrale des raquettes et travaillent rapidement sans endommager les nopalitas.

Après que les épines ne soient retirées, les bords sont rognés avec des couteaux et le reste de la rasuette est découpé en des pièces de formes différentes (photo n°9). Les pièces sont alors lavés à l'eau chlorée pour protéger les tissus d'oxydation, et enlever les saletés et les souillures et les empêcher de brunir. Le produit est alors prêt pour le traitement.



PHOTO n°8 :Triage manuel des fruits de figue de Barbarie



PHOTO n°9 : Enlèvement des épines des cladodes

6/ Traitement et Transformation de fruit de figue de figue de Barbarie

Les divers produits alimentaires qui peuvent être fabriqués à partir de figue de Barbarie se reflètent dans les produits trouvés sur les marchés mondiaux . Sur les marchés matures de l'Amérique centrale, une large gamme de ces types de produits est disponible . Cela contraste avec les marchés en Afrique , par exemple , où peu de ces produits peuvent être trouvés.

Le succès ou l'échec des produits et des marchés dépendent finalement de la demande des clients et , pour les nouveaux marchés à cibler, cette demande devra être développée. Toute la panoplie des produits peut être fabriquée, même si le traitement est plus exigeant, pour certains de ces produits.

Dans certains cas, les formulations alimentaires à base de Fruits de figue de Barbarie et les traitements requis sont protégés par des brevets. Bien que ces produits et leur fabrication ne peuvent pas être décrites en détail, ci-dessous sont détaillées les grandes lignes des processus nécessaires. Avant le développement d'un nouveau produit et son écoulement dans un nouveau marché, il est logique de procéder à des essais et ce, afin de confirmer l'adaptation de la matière première disponible à la formulation du produit et leurs acceptations par les consommateurs puisque les habitudes et les goûts culinaires peuvent varier d'un pays à l'autre et ce qui est accepté dans une région du monde peut être rejetée (ne pas l'être) dans l'autre.

Pour ce, les études de marché sont essentielles pour segmenter les marchés. La plupart

des technologies de traitement utilisées pour la transformation des fruits de figue de Barbarie peuvent être utilisées pour d'autres espèces de fruits avec divers degrés de succès. Certains d'entre ceux-ci sont présentés ci-dessous :

a) Les Confitures de figue de Barbarie

Il existe une gamme de variables et de formulations appropriées à la production de confitures de figue de Barbarie mais le diagramme n°1 représente les principales opérations impliquées dans ce type de produit. Avant le traitement il est judicieux de commencer par effectuer des analyses de laboratoire de routine afin de déterminer les principales caractéristiques physiques et chimiques des matières premières. Cette approche aide à déterminer si des modifications à la formulation ou aux processus de fabrication sont nécessaires. Par exemple, la pectine peut être ajoutée (selon la teneur de celle-ci au niveau du fruit) et / ou des agents colorants pour renforcer la couleur . Idéalement, les colorants naturels doivent être utilisés.

Le traitement commence par le pelage des fruits. Les fruits pelés sont ensuite broyés en utilisant des broyeurs ou des tamis à de perforations d'1 mm de diamètre. Le broyage peut être réalisé manuellement ou mécaniquement, en fonction du niveau et de l'échelle de la production à l'usine de traitement, dans la pratique les deux types de broyage sont utilisés .

La pulpe de fruit épepépinée est placée dans un réservoir où d'autres ingrédients sont ajoutés tels que : du sucre à 55-60%, de l'acide citrique à 0,8 à 1,0% et le cas échéant de la pectine et ce, en fonction des caractéristiques du fruit étant utilisé et de leur teneurs intrinsèques en pectine. Des conservateurs sont également ajoutés, tels que le benzoate deméthyle de sodium (1 g / [kg]) ainsi que d'autres, conformément aux doses autorisées par les réglementations nationales.

La pulpe est, ensuite, pompée dans un second réservoir de vapeur à double enveloppe et ce, en fonction de l'usine et du volume et de la capacité du matériel de production pour être par la suite transférée à un évaporateur sous vide ou dans des cuves de concentration à vapeur avec injection de la vapeur à la pression atmosphérique jusqu'à ce que la pulpe atteigne un degré de concentration de l'ordre de 67-68°Brix.

L'évaporateur fonctionne à des basses températures en vue de protéger les caractéristiques organoleptiques du produit. Le produit ainsi concentré est déversé dans des trémies qui alimentent les machines de remplissage.

Le produit peut être emballé dans des bocaux en verre lavés et stérilisés à différentes contenances (300 à 500 g), ou dans des sacs en plastique de 300 g à 1 kg ou plus. Les

pots sont scellés alors qu'ils soient chauds (85-90°C) en utilisant des types twist-off ou des bouchons semblables. Les bouchons sont auto- pasteurisés en inversant les pots contenant le produit chaud pendant 10-15 minutes.

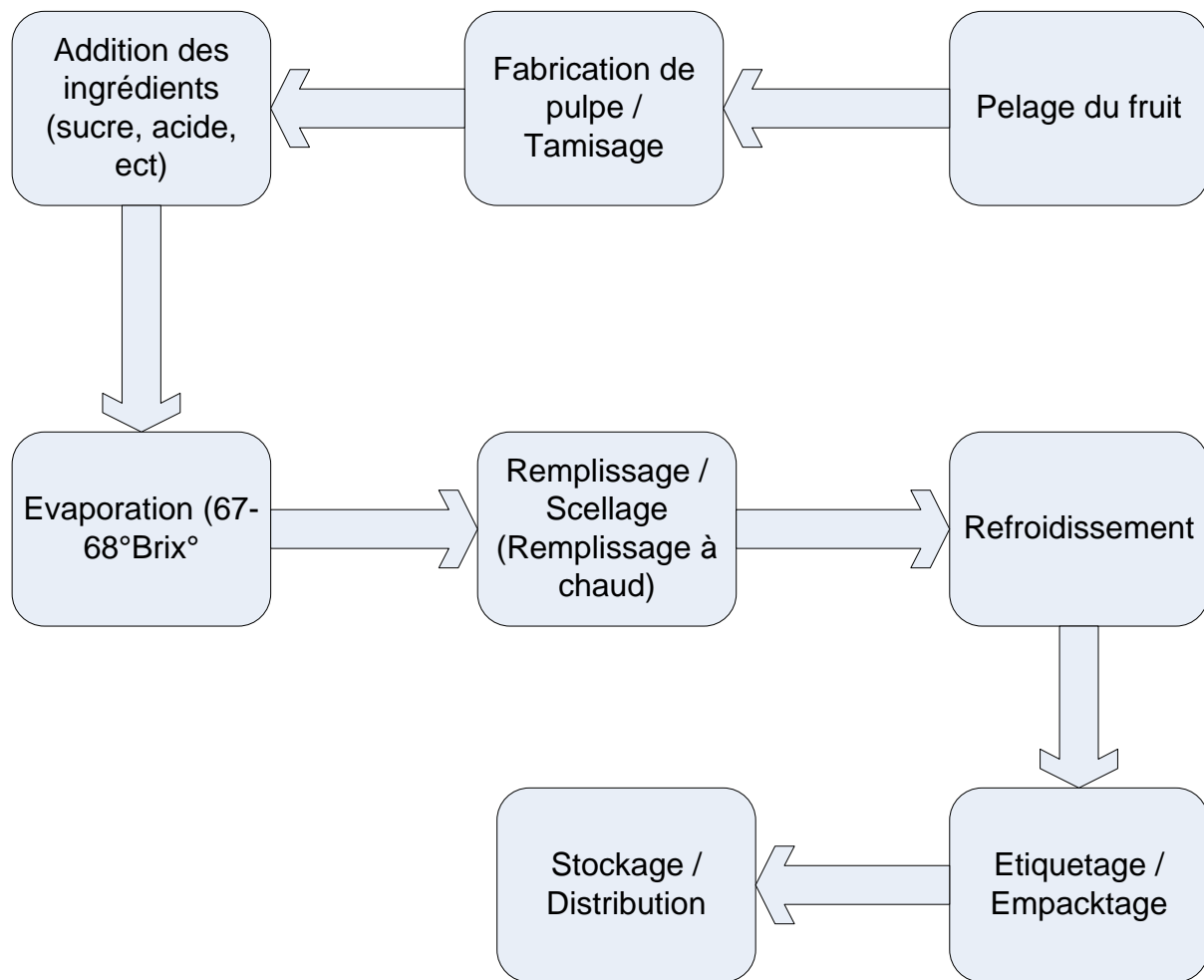
Lorsque les sacs en plastique sont utilisés, le thermoscellage est réalisé par des équipements spécialement conçus. Cette étape peut également être effectuée manuellement, l'équipement peut être situé à la sortie de la machine de remplissage pour former une ligne continue d'emballage, de remplissage et de scellage afin d'optimiser la vitesse et le temps du processus de fabrication et de réduire les points de contamination et les opérations de manutention permettant ainsi d'augmenter la productivité des lignes de production.

Ce choix dépend généralement de l'usine ainsi que du volume de production.

Après le remplissage, les récipients passent à travers un système de refroidissement afin d'éviter la surchauffe et la détérioration des caractéristiques organoleptiques nutritionnelles des produits.

Le refroidissement se fait par pulvérisation d'eau jusqu'à ce que la température atteigne 30 à 40°C, ce qui se révèle optimal avant le passage aux opérations finales.

Les pots sont ensuite étiquetés, emballés et encartonnés et stockés dans un entrepôt spécialement conçu jusqu'à ce que le produit soit prêt pour la vente. Dans les pays chauds, il est essentiel de veiller à ce que les températures de stockage ne dépassent pas les 20-22°C car des T° plus élevées peuvent endommager les produits accélérant ainsi les réactions biochimiques et la croissance de micro -organismes et provoquant une perte de qualité des produits. Les conditions de stockage varient selon les produits et il est essentiel pour les producteurs de suivre les procédures recommandées et de ne pas traiter tous les articles de la même façon.



Diag n°1 : Diagramme de fabrication de Confiture de figue de Barbarie

b) Jus de fruits, sirops et nectars

Les technologies de production similaires sont utilisés pour préparer les jus de figue de Barbarie et les nectars commercialement disponibles dans un certain nombre de pays. Mais, la technologie de production de jus de fruit de figue de Barbarie s'avère plus complexe que celle pour la transformation des fruits acides et ceux présentant une saveur et un arôme moins délicats. Un contrôle judicieux de pH et des paramètres de traitements thermiques (température et temps) sont nécessaires afin d'assurer la conservation des produits finaux de haute qualité . Un diagramme de traitement et de transformation du jus de fruits de figue de Barbarie est représenté dans le diag n°2 . Le fruit entier est broyé pour réduire la taille du fruit. Les graines peuvent être enlevées ou conservées , en fonction du procédé. Le fruit est ensuite pompé dans un système d'extraction pour son pressage. De nombreux et différents types de presses sont

disponibles et utilisés , y compris : une presse hydraulique à l'intérieur d'un cadre dans lequel les fruits sont placés dans des sacs en tissu avec des tailles de maille appropriées; une presse hydraulique avec des membranes tubulaires de porosités variables; des presses à bande de grande capacité , etc. La photo n°10 montre trois types de presses d'extraction de jus.

Après le pressage, le jus est pompé dans un réservoir où il est dilué avec de l'eau (rapport de l'eau à jus de 20/80). Selon les espèces de figue de Barbarie, il est nécessaire d'ajuster l'acidité à 0,1% .

Du Sucre (jusqu'à 12-13°Brix) et des conservateurs sont ajoutés (tels que le benzoate de sodium et / ou de sorbate de potassium , ou un mélange des deux , à 500 mg /(kg) ou à des niveaux fixés par la réglementation nationale) sont ajoutés au mélange.

Le jus est ensuite traité thermiquement dans un pasteurisateur tubulaire ou un échangeur de chaleur à plaques et ce, en fonction de la proportion de pulpe dans le jus. Les barèmes de traitement de temps et de température sont déterminés par les caractéristiques du produit du choix du type de pasteurisateur ou de l'échangeur de chaleur à utiliser et / ou disponible.

Il est préférable d'utiliser des équipements de pasteurisation de haute qualité engendrant moins de dommages sur la qualité organoleptique et nutritionnelle du produit. Dans le diagramme n°2, un échangeur de chaleur à plaques est utilisé pour la pasteurisation à 98-100 ° C pendant 20 secondes. Ceci est similaire à l'équipement montrés sur la photo 22.

Lorsqu'un jus avec des particules en suspension est à fabriquer, la pulpe doit être filtrée avant le traitement thermique. Une centrifugeuse, un décanteur, un filtre-presse ou d'autres types de séparateurs sont généralement utilisés.

Il existe deux approches pour la mise en bouteille du jus fabriqué : le traitement thermique du jus suivi de la mise en bouteille , comme décrit plus tôt, ou la mise en bouteille du jus puis l'application du traitement thermique du produit et de l'emballage ensemble. Dans le cadre de la première approche, toutes les opérations suivantes doivent être réalisées dans des conditions d'aseptie totale afin d'éviter la contamination du produit. La seconde approche présente l'avantage d'éviter la contamination ultérieure au traitement thermique parce que d'autres manipulations du produit sont évités, le produit est ainsi protégé à l'intérieur du récipient. La deuxième approche nécessite un traitement thermique plus sévère est généralement choisie car la chaleur doit être transférée jusqu'au coeur du récipient. Par exemple, les bouteilles en verre prennent plus de temps à chauffer jusqu'à une température donnée pour être ensuite refroidies, cela

peut affecter les caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles du jus de fruit. En revanche, si un échangeur de chaleur à plaques est utilisé, le jus est traité comme une mince couche ou film et la chaleur est transférée d'une manière plus efficace. Les éventuels dommages causés au niveau des produits sont alors moins probables.

Les jus de fruits de figue de Barbarie présente un arôme et une saveur délicate, de sorte que, malgré qu'un traitement thermique efficace est nécessaire pour le contrôle microbien et la sécurité sanitaire des produits, des mesures de précaution sont nécessaires et doivent être prises en vue d'assurer et de garantir que les propriétés nutritionnelles et organoleptiques du jus soient conservées.

À la suite de la pasteurisation, le jus est emballé à chaud. Le remplissage est généralement effectué sous exposition à la lumière ultraviolette à air forcé afin de prévenir la contamination des produits. Les bouteilles et les capsules doivent être stérilisées avant leurs utilisations.

Une fois scellées et emballées, les bouteilles sont refroidies en les plaçant sous un jet d'eau froide ou sur une ceinture de douches froides. Le produit est alors refroidi à une température qui permet aux bouteilles de sécher à l'air ambiant. Les bouteilles sont ensuite étiquetées, emballées dans des boîtes et stockés dans des chambres de stockage jusqu'à livraison de la marchandise au marché.

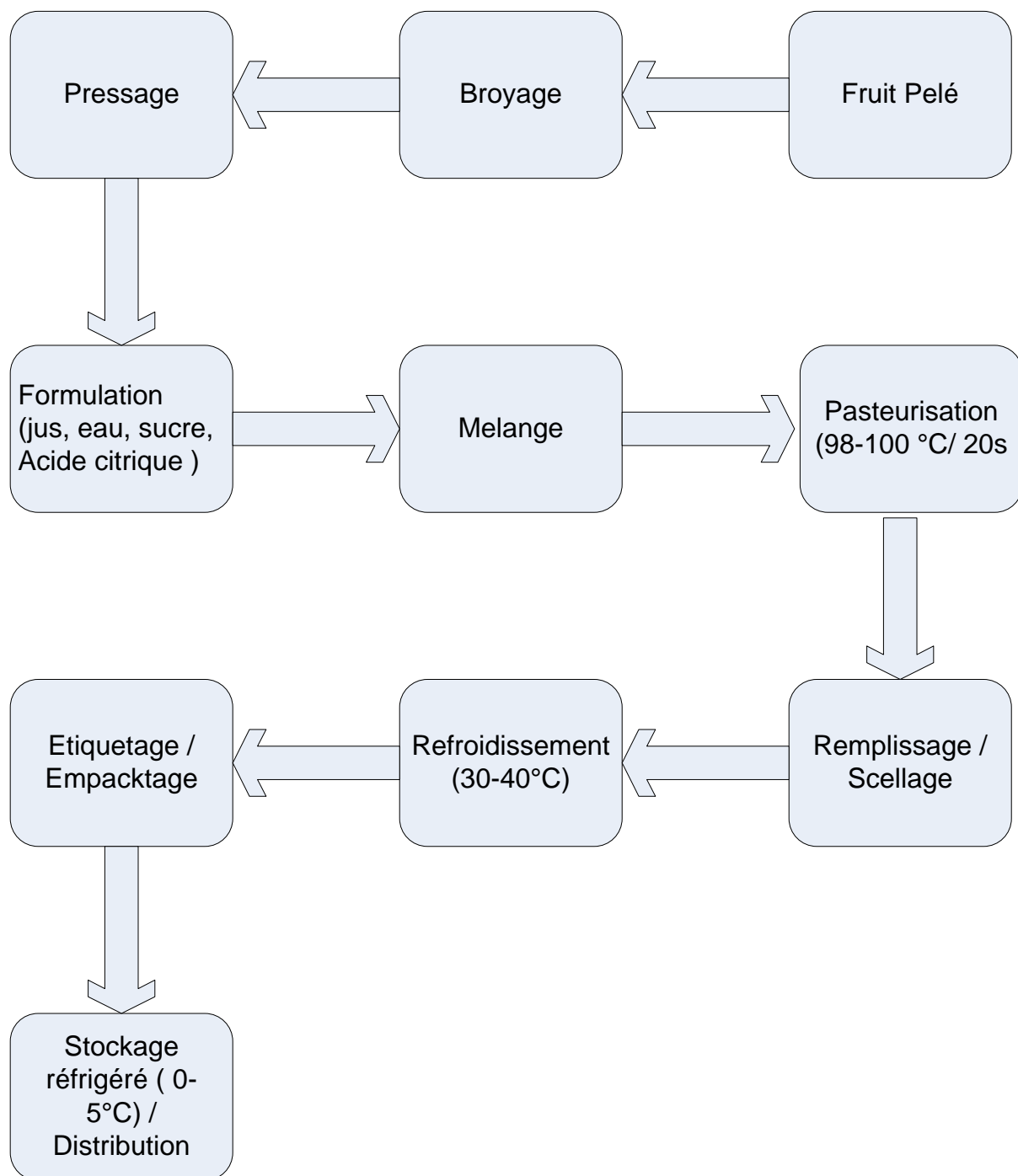
Les différentes variétés de figue de Barbarie produisent des fruits de différentes couleurs, proposant ainsi des options pour la commercialisation des jus de couleur différentes. Selon les recherches menées à l'Université du Chili, les produits n'ont pas été commercialisés en dépit de leur belle et appréciable apparence et du goût de certains de ces produits (photo n°12).

D'autres produits, tels que les sirops, et les nectars peuvent être fabriqués à partir des fruits de figues de Barbarie.

Les Sirops ou sauces sont parfois aussi appelés garnitures et sont servis avec des desserts, ajoutés au fruits ou dilués avec de l'eau pour les servir en tant que boisson. Ils sont préparés soit par concentration du jus directement ou par l'ajout de sucre à un niveau de 40 à 75°Brix, et ce, en fonction du type de produit requis. La photo n°13 montre une série de produits commercialisés au monde entier.

Des procédures similaires à celles décrites précédemment sont utilisées pour préparer les nectars de fruits, la principale différence étant les ingrédients ajoutés : du sirop de saccharose ou de maïs est ajouté, ainsi moins de fruits sont utilisés et des additifs sont incorporés pour augmenter le volume ou la consistance du produit ainsi que pour

réhausser la saveur du produit. Les gommés telles que la gomme de caroube ou la carboxyméthylcellulose sont typiquement utilisés en tant qu'additifs. Les Normes relatives aux nectars sont contrôlés par la législation alimentaire de chaque pays , dont beaucoup suivent les normes du Codex Alimentarius . Celles-ci précisent la teneur en jus du fruits et / ou de nectar requises pour chaque produit. Les Nectars peuvent être fabriqués à partir de fruits de figue de Barbarie ou d'un mélange de fruits tels que les figues de Barbarie, l'ananas ou d'autres fruits à baies. Lorsque des fruits de figue de Barbarie de couleur vertes sont utilisés en tant que matière première de base, le jus produit est mélangé avec celui d'ananas afin d' améliorer non seulement son apparence et sa couleur mais aussi la stabilité du produit, en augmentant son acidité.



Diag n°2 : Diagramme de fabrication de jus de fruit de figue de Barbarie

PHOTO n°10

Presses d'extracxtion du jus Juice extraction presses: (a) Frame hydraulique (b) Tube hydraulique (c) Filtre presse



PHOTO n°11 : Echangeur de chaleur



PHOTO n°12 : assortiment de Jus produits à partir de fruits de Figue de Barbarie à différentes couleurs



PHOTO n°13 : jus de fruits concentrés , sirop, arrope

c) Edulcorants

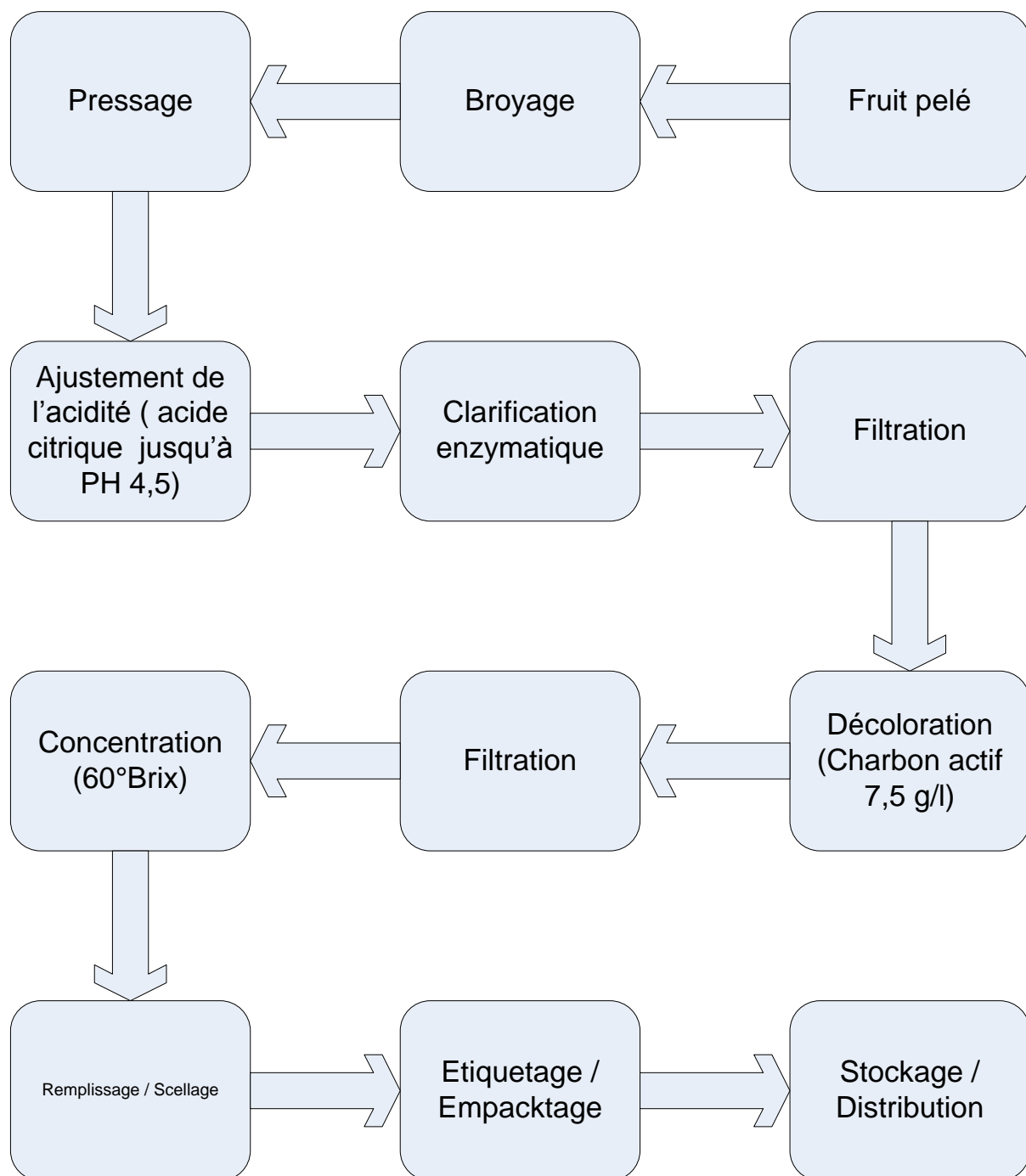
Une technologie similaire à celle utilisée pour la fabrication de jus en canette peut être employée pour produire des édulcorants naturels, moyennant un traitement enzymatique du jus de fruit de figue de Barbarie. Le résultat c'est un produit similaire à du sirop de maïs et il est largement utilisé dans l'industrie des boissons gazeuses. Le Figuier de Barbarie présente des avantages en termes de composition de sucre, avec des proportions presque égales à celles de fructose et de glucose . Un diagramme de fabrication pour la production d'édulcorants naturels est représenté sur le diag n°3 . Le jus est placé dans une cuve à double fond et l'acidité est augmentée jusqu'à un pH de

4,2 à 4,5 et ce, en ajoutant de l'acide citrique (la quantité dépend de l'acidité première du jus). Ce niveau de pH est optimal pour l'activité des enzymes, qui sont ensuite ajoutés en vue de séparer la pulpe du fruit de la fraction liquide du jus. Plusieurs préparations enzymatiques convenables sont disponibles sur le marché. Des chercheurs ont développé de la Pectinex AR (5 000 ppm pendant 22 heures à 50°C). Il s'agit de l'arabanase une enzyme ayant une activité forte, capable de provoquer la dégradation de la teneur en pectine négligeable présente dans le jus de figue de Barbarie, ainsi que du mucilage, qui se révèle résistant aux traitements enzymatiques classiques utilisés pour les poires, etc. En outre des recherches R & D sont nécessaires pour identifier d'autres enzymes et ce, afin d'abaisser la dose d'incorporation des enzymes et les temps (les durées) des traitements requis .

Après le traitement enzymatique, le jus est séparé de la pulpe à l'aide d'un filtre presse ou d'un équipement similaire. Le jus est alors placé dans un récipient pour sa décoloration par addition du charbon actif (7,5 g/l) .

Le jus est ensuite filtré à nouveau et le produit décoloré et clarifié est évaporé sous vide jusqu'à ce qu'il atteigne 60-62°Brix lors de sa mise en bouteille. Le volume des emballages utilisés pour ce type de produit est de l'ordre de (2-5 kg) o des fûts en plastique (de 50 kg de contenance) avant l'emballage en plastique. Le produit final est gardé dans des entrepôts de stockage à 22-25 °C avant d'être livré au marché.

Comme dans la plupart des pays, le marché des édulcorants liquides est très concurrentiel, il est essentiel d'établir la faisabilité économique des projets de fabrication nouvelles des produits à base d'extraits de fruits de figue de Barbarie avant d'investir dans le secteur manufacturier.



Diag n°2 :Diagramme de fabrication des édulcorants de fruits de figue de Barbarie

d) Feuilles déshydratées

Les feuilles de fruits de figues de Barbarie déshydratées sont de simples produits qui sont faciles à produire à différentes échelles de production.

Dans les pays où l'abondance du rayonnement solaire est assurée, la fabrication peut être entreprise sur une petite ou moyenne échelle en utilisant des séchoirs solaires. De nombreux modèles sont disponibles avec des différents niveaux de complexité. Il est essentiel d'éviter la réhydratation du produit lorsque l'humidité relative est élevée. Quand la durée de séchage dépasse les 18 heures, il faut veiller à empêcher l'absorption d'eau durant la nuit.

Le diag n°4 présente les flux de production des feuilles déshydratées de figue de Barbarie, qui sont normalement nommées sur le marché « cuir de figues de Barbarie » ou « feuilles de figue de Barbarie ». Le produit peut être préparé en utilisant une variété de formulations à base de fruits de différentes couleurs afin de les rendre plus attrayants pour les consommateurs.

Le processus commence par le broyage et le criblage des fruits de figue de Barbarie pelées afin d'enlever les graines. Des ingrédients sont ajoutés selon la recette, par exemple, un mélange de 75% de fruit de figue de Barbarie et 25% de pulpe de pomme. Les Pommes sont fréquemment utilisées comme diluant pour de nombreux produits alimentaires en raison de sa capacité à augmenter le volume du produit final sans affecter le goût des denrées alimentaires à laquelle il est ajouté. D'autres fois, une formulation de figue de Barbarie pur est utilisée. Les ingrédients typiques ajoutés sont les suivants : du sucre à 10%, de l'acide citrique pour augmenter l'acidité du mélange à 0,4%, et de 0,1% de cannelle et ce, sur la base des recommandations de plusieurs chercheurs.

Après mélange, le produit est prêt pour le séchage. La pulpe est étalée en fines feuilles sur des plateaux recouverts d'antiadhésif plastique (Teflex™).

Plusieurs chercheurs ont recommandé de déshydrater les barres de fruits dans des bacs en acier inoxydable couverts avec de la glycérine (40 ml/m²) pour empêcher la pulpe de coller et de rendre plus facile l'enlèvement des feuilles après séchage. Mais une autre solution est envisagée, l'huile peut être utilisée à la place de la glycérine.

Des Plateaux (36 cm² x 36 cm²) sont ensuite placés dans des déshydrateurs à faible ou à moyenne capacité de déshydratation, comme le montre la photo n°14, tel que le tunnel à air pulsé que montre la photo n°15. Les séchoirs à tambour peuvent également être utilisés. La température de séchage recommandée est de 58-60°C pendant 8-10 heures

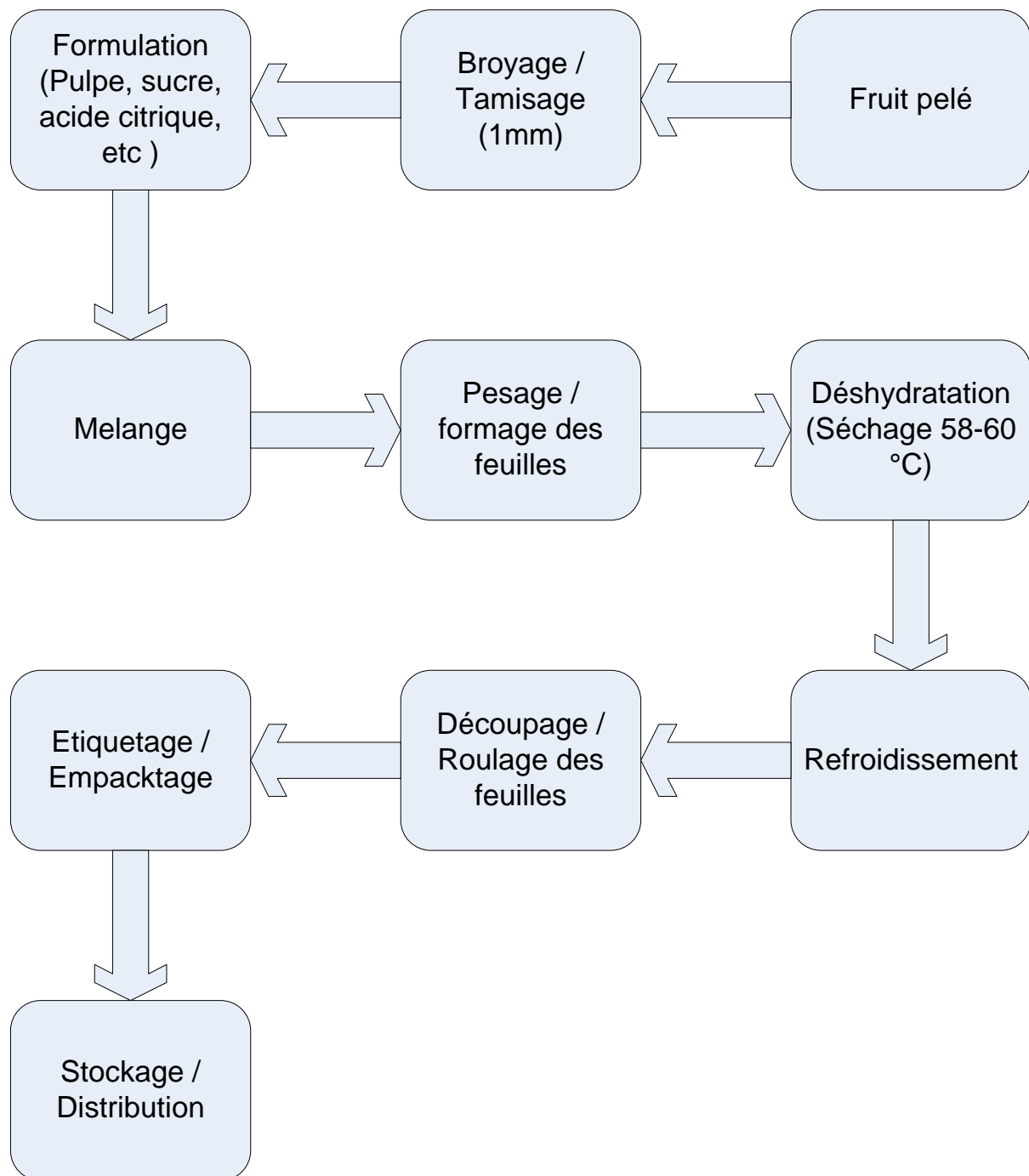
selon : l'équipement disponible, la charge ou la taille des lots, la vitesse de l'air, la recirculation de l'air, et l'épaisseur de la pulpe sur les plateaux. La charge de chaque plateau est généralement de 2,5-3,0 kg/m².

Une fois que le séchage ait réduit la teneur en humidité de 10-15 g/(100 g), les feuilles de 10 à 20 mm d'épaisseur sèches sont retirées des plateaux et placées sur des surfaces propres en acier inoxydable ou en plastique (bord ou une table) pour l'emballage. Les feuilles sont découpées en rectangles 12-15 cm x 3-4 cm, roulées dans du papier cellophane et emballées dans un matériau approprié pour un produit séché. Les Feuilles de polypropylène en tant que matériau d'emballage s'avèrent populaires, pas cher et largement disponibles, faciles à manipuler et, surtout, imperméable à la lumière et à l'humidité. Une autre variante est d'emballer les feuilles à plat sans les rouler afin de maintenir leurs formes originales.

En ce qui concerne le stockage, le produit est placé dans des boîtes en carton et stocké à température ambiante, en veillant à ce que l'humidité relative de la zone de stockage ne dépasse pas les 60 à 65%. Photo n°16 montre les feuilles déshydratées ou les pulpes de fruits de figue de Barbarie de couleurs différentes.

Le concept de barres de fruits développé pour les fruits tels que la mangue et la banane est similaire, sauf que celles de fruits de figue de Barbarie présentent un niveau de taux d'humidité un peu plus élevé de 15 à 20 g/(100 g), et sont plus épaisses (30 mm) et ont une texture différente. Cependant, les barres aux fruits sont faciles à tenir et à manger pour faire une collation pratique selon la demande du marché.

L'alternative intéressante à la déshydratation classique, est l'utilisation d'un équipement de séchage à la fois solaire et électrique permettant un séchage de 24 heures. Des mesures de précautions particulières doivent être prises lors du transfert de produits entre les unités, et un contrôle des barèmes de séchage (température, temps). Par exemple, il peut s'agir d'un séchage à 55°C durant 10 heures durant la journée, suivi d'un séchage à 70°C pendant 16 heures durant la nuit. La charge du bac dans ce cas serait généralement de 12,5 kg/m².



Diag n°4: Diagramme de fabrication de feuilles déshydratés de feuilles de figue de Barbarie



PHOTO n°14 : Séchoir électrique pour fabrication des feuilles déshydratées



PHOTO n°15 tunnel de séchage à air forcé

e) Les Pulpes congelées :

La pulpe de fruit congelée a été reconnue comme l'un des systèmes récents les plus prometteurs pour la production de produits de haute qualité. Les congélateurs sont disponibles partout , et la pulpe congelée de fruit de figue de Barbarie est considérée comme fournissant un moyen et une matière première commode pour la préparation des boissons rafraîchissantes, des pâtisseries, des crèmes glacées, des liqueurs, des confitures ainsi que de multiples confiseries.

La pulpe de fruit de figue de Barbarie n'est pas largement disponible sur les marchés , sauf en Californie où de la pulpe de fruit rouge sucrée à 22 à 24°Brix est produite. Les

produits surgelés présentent et nécessitent des exigences élevées lors de la manipulation, la conservation ainsi que la prise en compte d'autres exigences relatives à la maîtrise de la chaîne de froid au niveau des infrastructures de distribution et tout au long de la chaîne de valeur. Néanmoins, de nouvelles possibilités de produits surgelés sont en cours d'élaboration par différents chercheurs et industriels. L'implantation d'usines pilotes sont en cours d'études à l'Université du Chili, avec un réel intérêt et suivi de la part des producteurs de figue de Barbarie ainsi que des industriels.

La maîtrise des processus de congélation et le succès des produits congelés à base de fruits et des légumes sur le marché permettent de convaincre les industriels à développer des produits à base de pulpe de fruit de figue de Barbarie et qui seront susceptible de rencontrer leurs clientèles. Les opérations de fabrication sont décrites ci-dessous et présentées sur le Diag n°5.

Les fruits de figue de Barbarie doivent être pelés, mis en pulpe et tamisés pour éliminer les graines du fruit, et l'homogénéité de la pulpe est ensuite améliorée par agitation dans un réservoir avant d'être pompée vers la ligne de conditionnement. La pulpe est emballée dans des sacs du polyéthylène à haute densité (généralement d'1 kg de contenance) , scellés et mis sur des plateaux qui sont ensuite placés sur des chariots mobiles afin d'être acheminées vers les chambres de surgélationun à -30°C, où les sacs de pulpe sont congelés.

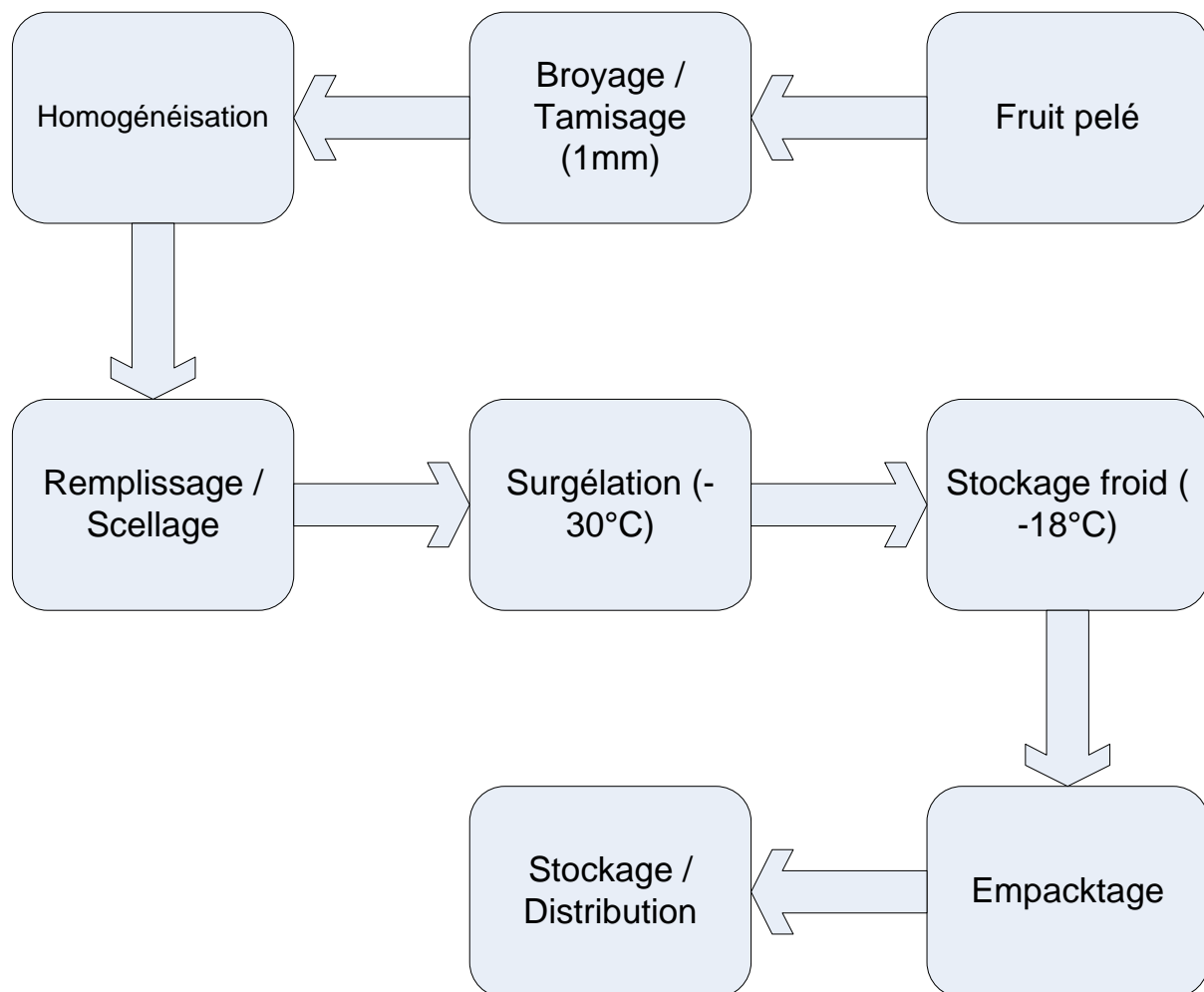
Une fois la surgélation terminée, les pulpes sont ensachées et stockées dans des chambres froides à -18°C. Les pulpes de fruits de figue de Barbarie congelées de la sorte ont maintenu et préservé leurs couleurs vertes, leurs arômes spécifiques ainsi que les autres propriétés organoleptiques d'origine.

L'accès à la chaîne du froid est essentiel pour la production et la vente de pulpe de fruit de figue de Barbarie congelée. La pulpe congelée n'est pas un produit stérilisé, car elle n'a pas été pasteurisée avant de les congeler.

Le stockage, la distribution et le transport doivent être assurée dans des conteneurs / véhicules frigorifiques (-18°C), et le produit ne doit pas être laissé à la température ambiante. Les magasins de détail doivent stocker et présenter la pulpe congelée à la vente à des températures similaires afin de maintenir la qualité originale du produit.

Une fois décongelé, le produit est prêt à consommer ou à utiliser, à quel point qu'il doit être traité comme un nouveau produit et conservé au réfrigérateur et utilisé dans les trois jours après sa décongélation. Si ces produits sont à utiliser dans d'autres procédés de fabrication, tels que des pâtisseries ou de la crème glacée, des mesures de précautions

doivent être respectées lors de leurs manipulations en vue d'assurer la sécurité sanitaire des produits.



Diag n°5 :Diagramme de fabrication de Pulpe de fruit de figue de Barbarie congelée

f) Huile de graines de figue de barbarie

Les graines sont normalement considérés comme un produit des déchets de pulpe , le jus et la fabrication de confiture . Cependant, l' graines contiennent de petites quantités d'huile comestible que peuvent être extraites .

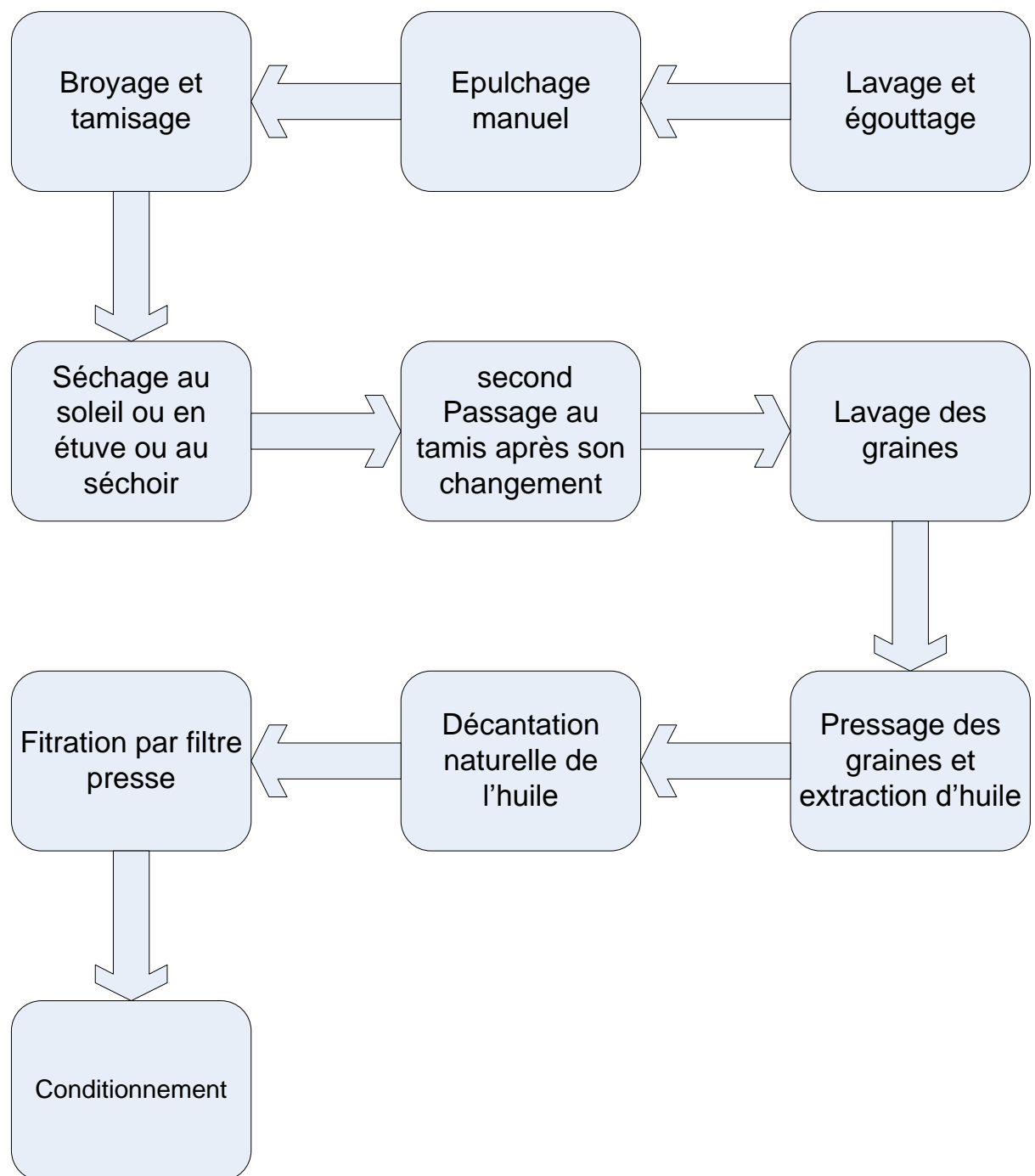
Selon la variété et la maturité du fruit, la période de récolte, le climat et le terroir, les figues de barbarie contiennent environ 50% de jus et de 3 à 4% de graines. Les graines contiennent de 5 à 7% d'une huile rare et précieuse, qu'il est possible d'extraire pour moitié environ par pressage à froid, ce qui conduit à un rendement en huile d'environ 3% par rapport au poids des graines. Il faut donc traiter environ 800 kg de figues pour obtenir 1 litre d'huile, un chiffre toutefois variable en fonction des paramètres précités mais aussi de la performance des équipements mis en œuvre et du traitement réservé aux graines.

L'extraction de l'huile des graines de figue peut être mise en place à moindre coût avec un tamis mécanique pour séparer les graines de la pulpe et une presse à vis mono-tête, les autres matériels proposés étant optionnels.

Le procédé de traitement suivant permet de traiter environ 200 kg de figues par heure:

- lavage des figues au Karscher dans des bassines et égouttage
- épluchage manuel des figues
- passage de la pulpe au tamis mécanique pour séparer la pulpe et les graines
- changement de tamis et lavage des graines avec de l'eau par second passage au tamis
- séchage naturel au soleil, en étuve ou séchoir
- pressage des graines et extraction de l'huile
- décantation naturelle de l'huile; filtration éventuelle par filtre presse
- conditionnement

Ce procédé présente l'avantage de fournir une pulpe de figue de barbarie pouvant être valorisée pour la production du jus, confiture, nectar.



Diag n°6 :Diagramme de fabrication de l'huile de graine de figue de Barbarie

7) Traitement et Transformation des cladodes

La consommation de Nopalitos ou de cladodes tendres fait partie des habitudes culinaires traditionnelle de quelques pays, tels que le Mexique et le sud des États-Unis. Bien que le potentiel d'introduction de ces traditions culinaires dans d'autres cultures et pays existe, le succès dépendra de l'approche adoptée, la voie par laquelle ces aliments sont introduits et la facilité avec laquelle ils peuvent être fabriqués ou préparés localement.

Dans certains pays, une large gamme des marques de produits fabriqués à partir des cladodes sont disponibles sur le marché. Il s'agit notamment de nopalitos en saumure, nopalitos marinés, sauces, des confitures, des fruits confits, du jus de fruits ainsi que de la farine utilisée dans la formulation des céréales de petit déjeuner. Il existe aussi une panoplie de produits artisanaux (fromage ,Colonche et autres). cette section décrit certains des différents procédés industriels utilisés pour la fabrication des produits alimentaires et d'autres non alimentaires.

Il existe des différences entre la préparation des nopalitos destinée à la consommation domestique et celle à usage industriel. Les raquettes de figue de Barbarie mûres qui ne sont pas à consommer peuvent avoir des usages industriels, et ces produits à base de cladode sont commercialisés dans de nombreux pays. Six diagrammes ont été préparés décrivant les produits fabriqués ainsi que les technologies utilisées pour des gammes de produits existants.

a) Les Confitures des cladodes de figue de Barbarie

Les confitures peuvent être fabriquées à partir de nopalitos et / ou des raquettes mûres. Il s'avère plus difficile de produire et de fabriquer des confitures de raquettes que de les produire à partir du fruit de figue de Barbarie. Plusieurs étapes sont nécessaires pour la préparation et le pré-traitement des raquettes pour la transformation.

Le principal défi est de veiller que le mucilage ne porte pas atteinte à la qualité du produit final. Le Mucilage est un hydrocolloïde de haute viscosité qui joue un rôle physiologique important dans la croissance de la plante. Le mucilage affecte les caractéristiques sensorielles des certains produits et les rendent moins attrayants pour certaines clientèles. Le mucilage doit être extrait des raquettes avant la fabrication de la majorité des produits alimentaires.

Un diagramme pour la production de confiture est représenté dans Diag n°7 . Il existe de nombreuses formulations pour produire de la confiture dans un certain nombre de pays,

y compris Le Mexique et les États-Unis. la production de confiture de raquettes de figue de Barbarie et de citron a été développée au Chili, est décrite ci-après. Bien que les Chiliens ne consomment généralement pas de nopalitas ou des raquettes mûres, la confiture a été très bien notée par un panel de dégustation locale. Les résultats suggèrent que des confitures de qualité irréprochables, savoureuses, rencontreraient ses clientèles et trouveraient une niche de marché et un créneau de la concurrence, sur les marchés locaux et d'export, avec des confitures similaires.

La confiture nécessite des raquettes de moins d'un an présentant une bonne texture et une teneur en fibres plus faible que celle au niveau des raquettes plus mûres. Elles sont collectées fraîches puis chargées et livrées à l'usine pour être lavées dans de l'eau chlorée (à 80 ppm).

Après leurs retraits du réservoir d'eau, elles sont brossées pour enlever les épines. Les ouvriers travaillent sur des tables en acier inoxydable munies de couteaux et ce pour faire décoller la partie la plus externe de la peau verte. Cette opération est plus facile si la partie supérieure plus épaisse et plus difficile à éliminer et les bords inférieurs sont supprimés en premier. Les raquettes sont ensuite coupées en petits cubes d'environ 1cm³. Un Pré-traitement est appliqué en immersion des raquettes dans une solution à 2% de concentration de Ca(OH)₂ et ce, pendant 1-2 heures permettant d'éliminer le mucilage en utilisant un rapport de la solution / raquettes de 1,5/1. Le réservoir dans lequel le pré-traitement est effectué doit être assez profond afin que les morceaux de cladode soient totalement immergés dans la solution de Ca(OH)₂. Le mélange doit être agité de temps en temps, pour qu'ensuite les cubes de cladode soient lavés abondamment avec de l'eau et la phénolphthaléine est l'indicateur utilisé pour vérifier l'élimination de toute trace d'hydroxyde de calcium. Les cubes sont alors blanchis dans de l'eau bouillante pendant 10 minutes en vue de les ramollir, puis elles sont égouttées. Un rapport de 1,5/1 eau et raquettes est recommandé.

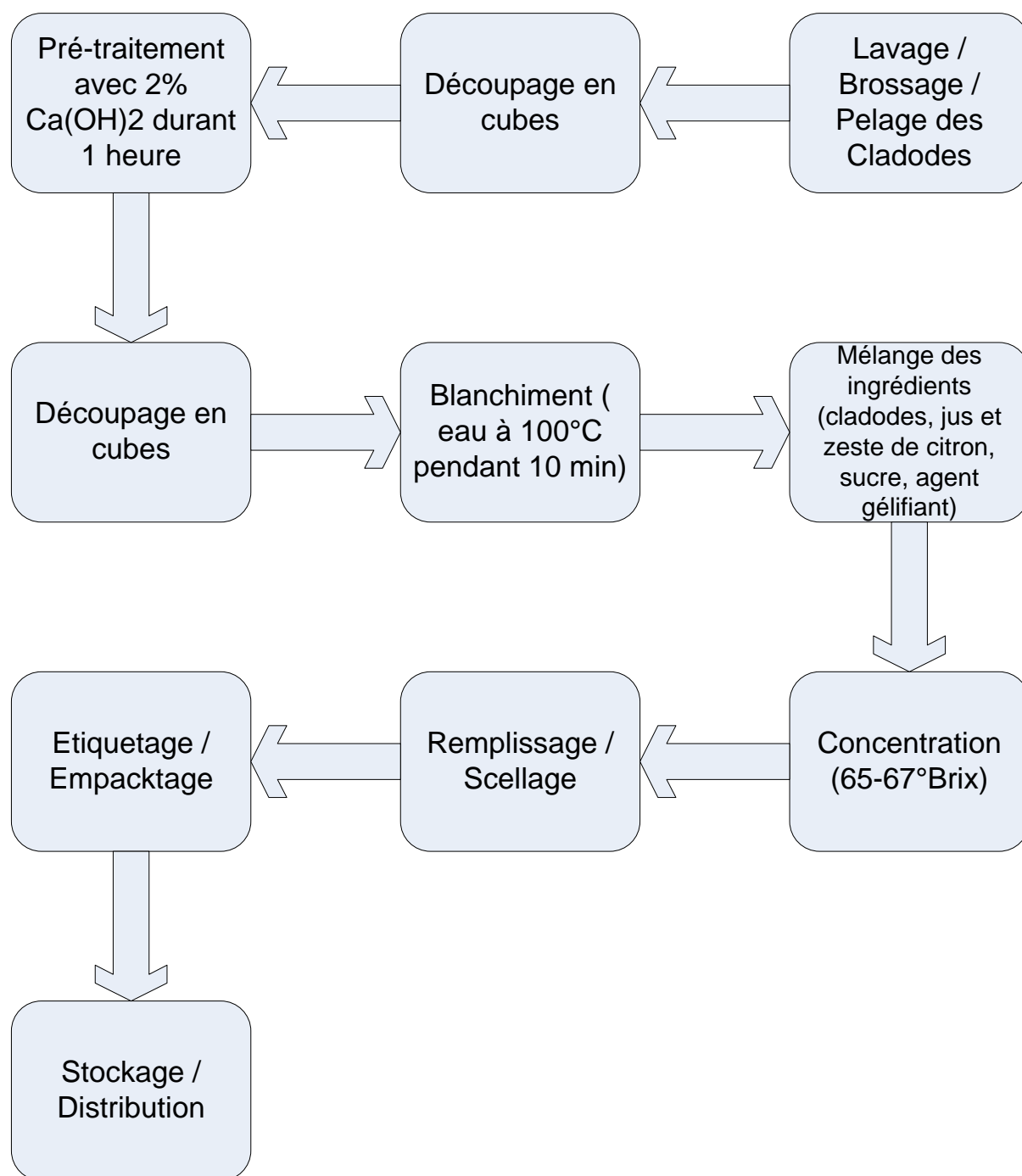
Les morceaux de cladode sont ensuite placés dans une cuve à double paroi pour le mélange des ingrédients nécessaires à la formulation des produits. à 10 kg de raquettes hachées sont ajoutés : 8 kg de sucre; 0,7 litres de jus de citron; 0,6 kg de zeste de citron, et 5-6% de carraghénane en tant qu'agent gélifiant, soit 3.2% de la pectine et ce, en fonction de la consistance désirée.

Le zeste de citron doit être coupé à la même taille que les cladodes et blanchis de la même manière afin d'enlever toute son amertume. La consistance est l'un des plus facteurs et les plus importants, plus déterminants de la qualité de la confiture. La qualité est affectée par le degré de concentration du mélange et de la teneur en pectine ou de

gélifiants , ainsi que de la taille et la quantité des particules en suspension dans le produit final. Le mélange est concentré par ébullition à 65-67°Brix.

Après concentration, la confiture est emballée dans des bocaux en verre de 500 g de la même manière que tous les autres types de confiture des autres types de fruits. Les pots sont étiquetés, emballés dans des cartons et stockés et prêtes à la distribution et à la vente .

Les proportions indiquées ci-dessus doivent être prises comme un guide , par exemple, une quantité moindre de sucre peut être utilisée et il peut aussi être nécessaire pour épaissir le mélange en outre parce que les raquettes ne fournissent pas des matières solides solubles pour la confiture . À ce stade, d'autres fruits peuvent être ajoutés pour fournir aux produits de la matière sèche soluble. Des pulpes de Citron ou d'orange sont bien des options pour apporter à la confiture de fruits de figue de Barbarie la pectine et de l'acidité additionnelle prévue compte tenu de la teneur en matières solides de ces ingrédients. Lorsque des nopalitos sont utilisés, de la pectine et de l'acide doivent être ajoutés car les raquettes ne contiennent pas assez de ces composants.



Diag n°7 : Diagramme de fabrication de Confiture de Cladode de figue de Barbarie

b) Produits confits : Confiseries

Les produits confits étaient déjà en cours de préparation depuis l'Egypte ancienne , où les fruits ont été conservés dans du miel. Les anciens Egyptiens et leur successeurs arabes furent les premiers à utiliser des sirops de sucre et du miel pour préserver les dattes et d'autres fruits. cette section explore ces technologies à mesure qu'elles s'appliquent aux produits de cladode.

Les technologies de fabrication des produits confits sont basés sur un processus de remplacement des liquides cellulaires et intercellulaires au niveau du tissu végétal avec du sirop du sucre par diffusion et osmose. Cela devrait aboutir à un produit final très preservable parce qu'une faible activité d'eau (a_w) est atteinte. Des Sirops avec des concentrations en solides solubles progressivement élevées allant de 40 à 75 ° Brix sont utilisés, avec au moins 60 à 65% du saccharose, du glucose, et du fructose. Les tissus doivent être rendues perméables afin de permettre à l'échange osmotique et la diffusion d'avoir lieu.

Le ramollissement et la perméabilité des tissus sont assurés par le blanchiment dans une solution d'eau avec des acides citriques ou d'acides lactiques. En remplaçant les liquides cellulaires, cette solution permet au sucre de pénétrer au niveau des tissus et de maintenir le volume, l'aspect et la qualité d'origine du matériel végétal haché.

Les Produits confits sont généralement fabriqués à partir de fruits parce que leurs teneurs en solides solubles facilite le traitement.

A première vue, les raquettes peuvent sembler ne pas être appropriée à confire mais les possibilités ont été identifiées pour la substitution des matériaux de cladode par les peaux de pastèque actuellement utilisés. Les cladodes sont coupées, parfumées et colorées pour ressembler à d'autre fruits (en miniature) et utilisé comme décoration dans des produits de boulangerie et de gâteaux et d'autres aliments.

La texture des raquettes matures de 2-3 ans est bien adaptée à la fabrication de produits confits.

Un diagramme de production raquettes confits est représenté au niveau du diag n°8. Le processus de fabrication commence par la réception de raquettes matures, qui sont transférées au poste de triage selon l'apparence, la taille et le poids (généralement autour de 2 kg) sur des tables en acier inoxydable / en plastique. Les raquettes irrégulières, endommagées ou malades sont rejetés. ce qui maximise le rendement en morceaux de tailles uniformes.

Après le tri, les raquettes sont lavées à l'eau chlorée (à 30-50 ppm), puis brossées à

éliminer la poussière, les micro-organismes et des épines. les raquettes sont pelées manuellement afin d'enlever les fibres. Les plans de travail sont fabriqués à partir d'acier inoxydable ou en matière plastique. Après le nettoyage, les raquettes sont hachées en petits cubes à l'aide de couteaux ou des matériels spécialement conçus. Le pré-traitement nécessaire pour éliminer le mucilage est effectuée dans les trois étapes suivantes :

1 L'immersion : Les cladodes hachées sont placées dans une cuve à double enveloppe avec une solution à 2% d'hydroxyde de calcium durant 60 minutes pour éliminer le mucilage et améliorer la texture du produit. Le rapport de la solution par rapport au cladode est de 1,5/1.

2 Le lavage : La solution d'hydroxyde de calcium est vidée de la cuve et les cubes sont lavées à l'eau potable pour éliminer toutes les traces de mucilage et de l'hydroxyde. La vérification de l'élimination de toute trace est effectuée par l'indicateur de phénolphtaléine.

3 . Le Blanchiment : Une solution de 2% d'acide citrique est ajoutée aux cladodes dans le même réservoir et le mélange est chauffé à 100°C pendant 10 minutes.

Le rapport de la solution à raquettes est maintenue à 1,5/1 et les cubes restent complètement submergé.

Une fois le prétraitement achevé, le confisage débute par des opérations d'hydratation osmotique. la concentration du sirop de sucre est augmentée progressivement. La concentration du sirop commence à 40°Brix et une augmentation de 10°Brix est effectuée chaque jour jusqu'à l'atteinte d'une concentration de 73-75°Brix. Chaque fois que la concentration de la solution est augmentée, le sirop contenant les morceaux de cladode devrait être bouillie pendant une minute et le mélange est ensuite laissée pendant 24 heures afin de permettre aux raquettes à refroidir dans le sirop. L'agent aromatisant est ajouté lors du traitement final de sirop : l'essence du fruit de figue de Barbarie est incorporé à une concentration de 0,5% en vue d'intensifier cette saveur au niveau du produit final et à réduire l' « arôme herbeux des raquettes » .

Les morceaux confits sont mis à égoutter sur des plateaux plastique à maille et séchés dans un séchoir à circulation d'air (ou similaire) à une température constante de 60°C jusqu'à ce que leur teneur en eau tombe pour atteindre 15%. La conservation est suffisante parce que l'*a_w* voulue est de l'ordre de 0,59.

L'emballage peut s'effectuer de plusieurs manières. L'une des méthodes consiste à placer le produit confit sur des plateaux de polystyrène expansé. Les opérateurs utilisent des pinces en acier inoxydable afin de gérer les pièces ou peuvent porter des gants pour

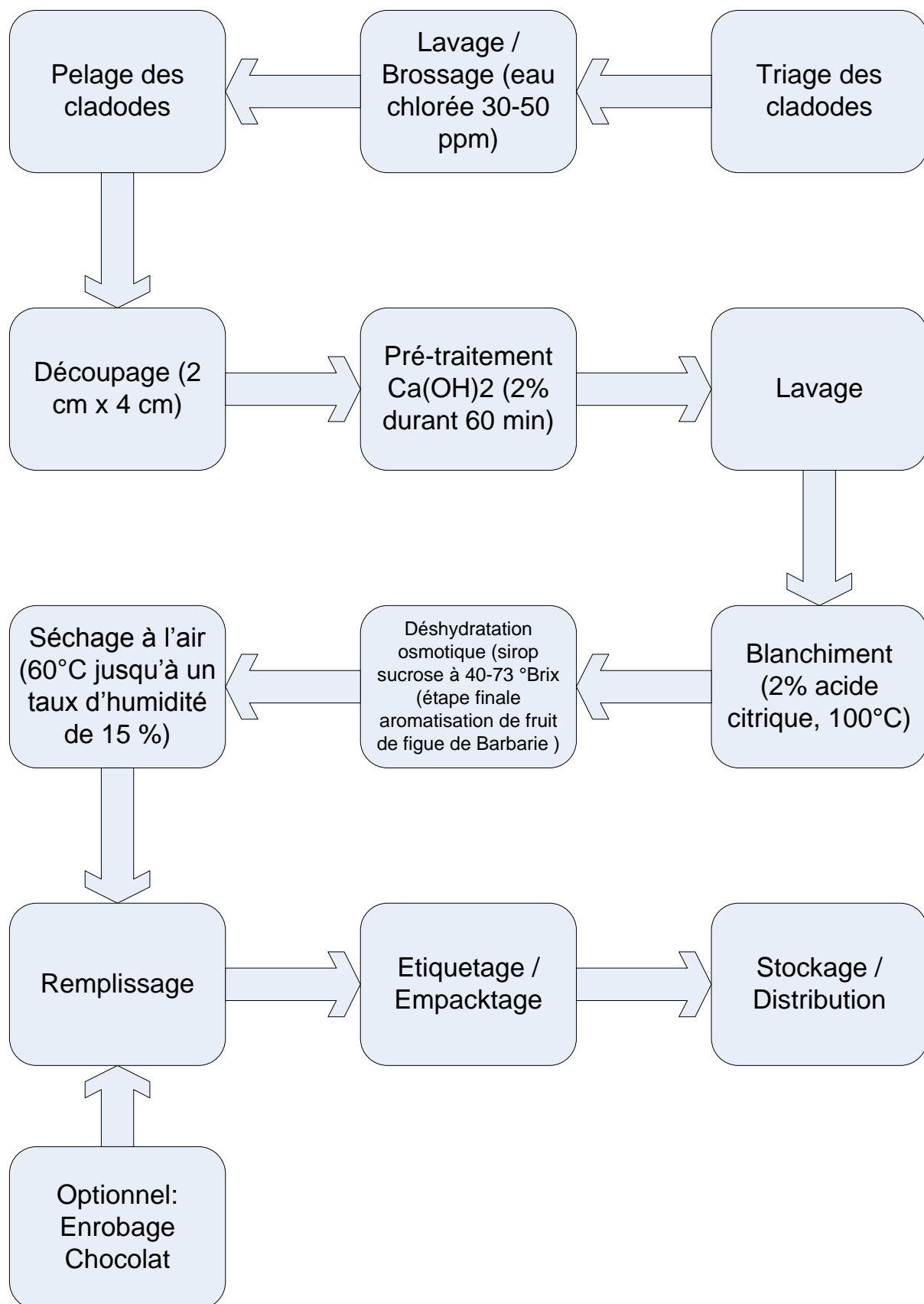
éviter la contamination lors des manipulation.

Les produits glacés sont alors placées dans des sacs en film de polypropylène .

Selon le marché cible , une solution d'enrobage de chocolat est à ajouter aux produits confits après séchage. Les raquettes confites peuvent être commercialisées en tant que confiseries (bonbons) . Ils sont similaires aux écorces d'orange ou d'autres fruits enrobés de chocolat , qui sont bien connu et consommé dans de nombreux pays. L'opération délicate de l'application d'un chocolat de revêtement ajoute de la valeur aux produits confits , mais aussi augmente les coûts de production . Un chocolat spécial est utilisé pour les revêtements (contenant 6-8% de cacao solides) qui permet manteaux minces d'être appliquées et améliorant ainsi l'apparence du produit . Le chocolat est est chauffé à 28-31°C et appliqué sur les cladodes à la même température. Le revêtement peut être appliqué manuellement à l'aide de simples outils manuels . Le produit est ensuite placé sur des plateaux recouverts avec du polyethylene et refroidi dans des chambres réfrigérée à 10-12°C pendant 24 heures pour durcir l'enrobage de chocolat . Le produit fini présente un aspect brillant et attrayant.

Enfin, le produit peut être conditionné dans le même produits comme non revêtus , en prenant soin d'éliminer tout l'excédent de chocolat pour optimiser l'apparence du produit final.

Le stockage et la distribution de ce produit sont plus problématiques que pour les produits non couchés similaires parce que la température doit être contrôlée pour empêcher le chocolat de fondre . Le stockage en dessous de 25°C est recommandée.



Diag n°8 : Diagramme de fabrication de Confiserie de cladodes de figue de Barbarie

c) Les Nopalitos marinés ou en saumure

Les nopalitos saumurés et marinés sont très populaires dans les marchés mexicains alimentaires.

Les traitements requis pour les nopalitos en saumure et marinés commence par la préparation des matières premières au point de livraison à l'usine. Le diag n°9 représente le diagramme de la production des raquettes en saumure décrivant les procédés industriels typiques.

les Nopalitos arrivent normalement à l'usine de transformation dépourvus de leurs épines, mais parfois ce n'est pas le cas, et les épines doivent être éliminés avant le traitement.

Les raquettes sont triées manuellement sur des plan en acier inoxydable / en plastique , en écartant les pièces endommagées. Les raquettes sélectionnées sont transférées ensuite dans une cuve de lavage pour être lavées à l'eau chlorée (50 ppm). Après le vidange, les cladodes sont manuellement ou mécaniquement coupées en morceaux Les nopalitos sont coupées en lanières (1 cm x 10 cm) ou en cubes (1 cm x 1 cm x 1 cm) à l'aide de couteaux ou moyennant de moules à produire des formes de raquettes miniatures d'environ 5-7 cm de long. Ceux-ci sont appelés penquitas (mini- raquettes) et ont une épaisseur de 50 mm au plus. Une autre option se présente et consiste à récolter et utiliser de petites raquettes (6-8 cm) , qui sont plus tendres que les nopalitos normalement utilisées pour la transformation industrielle. Il s'agit d'un produit plus délicat et les prix s'en ressentent en raison des rendements plus faibles obtenus. Les épines sont supprimées, les raquettes sont lavées et hachées , et les morceaux de cladode sont blanchis dans l'eau chaude (à 95°C) ou à la vapeur avant d'être refroidies rapidement à l'eau froide afin d'éviter les dommages de couleur. Le temps de séjour des raquettes dans l'eau chaude lors de l'étape du blanchiment rend difficile l'empêchement de la détérioration de la couleur . Le produit est alors emballé dans des boîtes en acier ou en pots de verre (de 0,3-1 kg de contenance) . A ce stade les différents mélanges d'épices ainsi que d'autres légumes peuvent être ajoutés (oignon, carotte, baie , poivre , etc) pour acquérir au produit des arômes supplémentaires.

Enfin, le liquide chaud (90-95°C) est versé sur le contenu pour couvrir complètement le bocal ou la boîte.

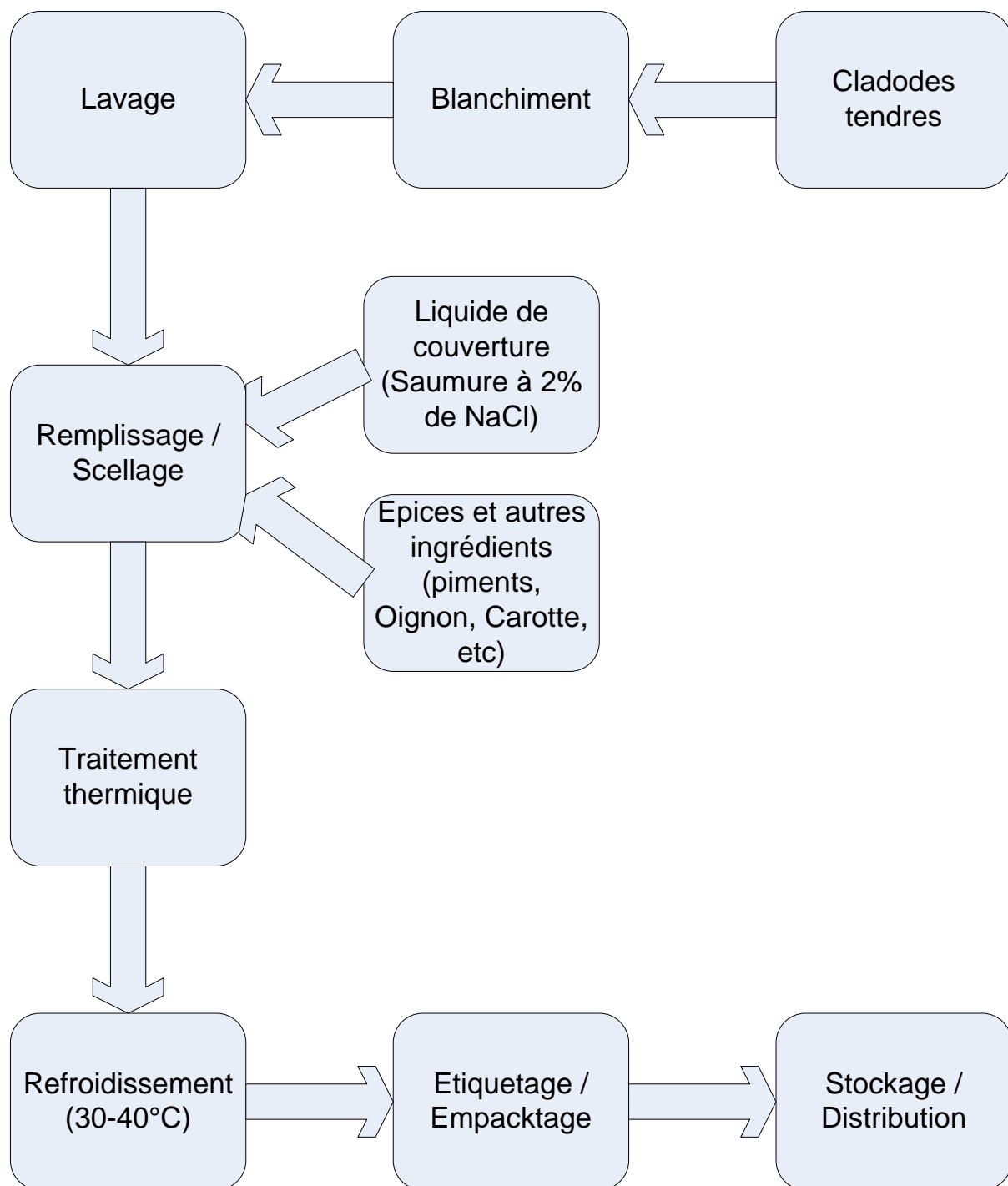
Le liquide chaud comprend 2% de NaCl / saumure avec addition facultative d'agents de conservation tels que le benzoate de sodium. Ceux-ci devraient être ajoutés à des taux établis par les pays d'origine ou recommandés par le Codex alimentarius.

Typiquement, un maximum de 1g /kg de produit est utilisé .

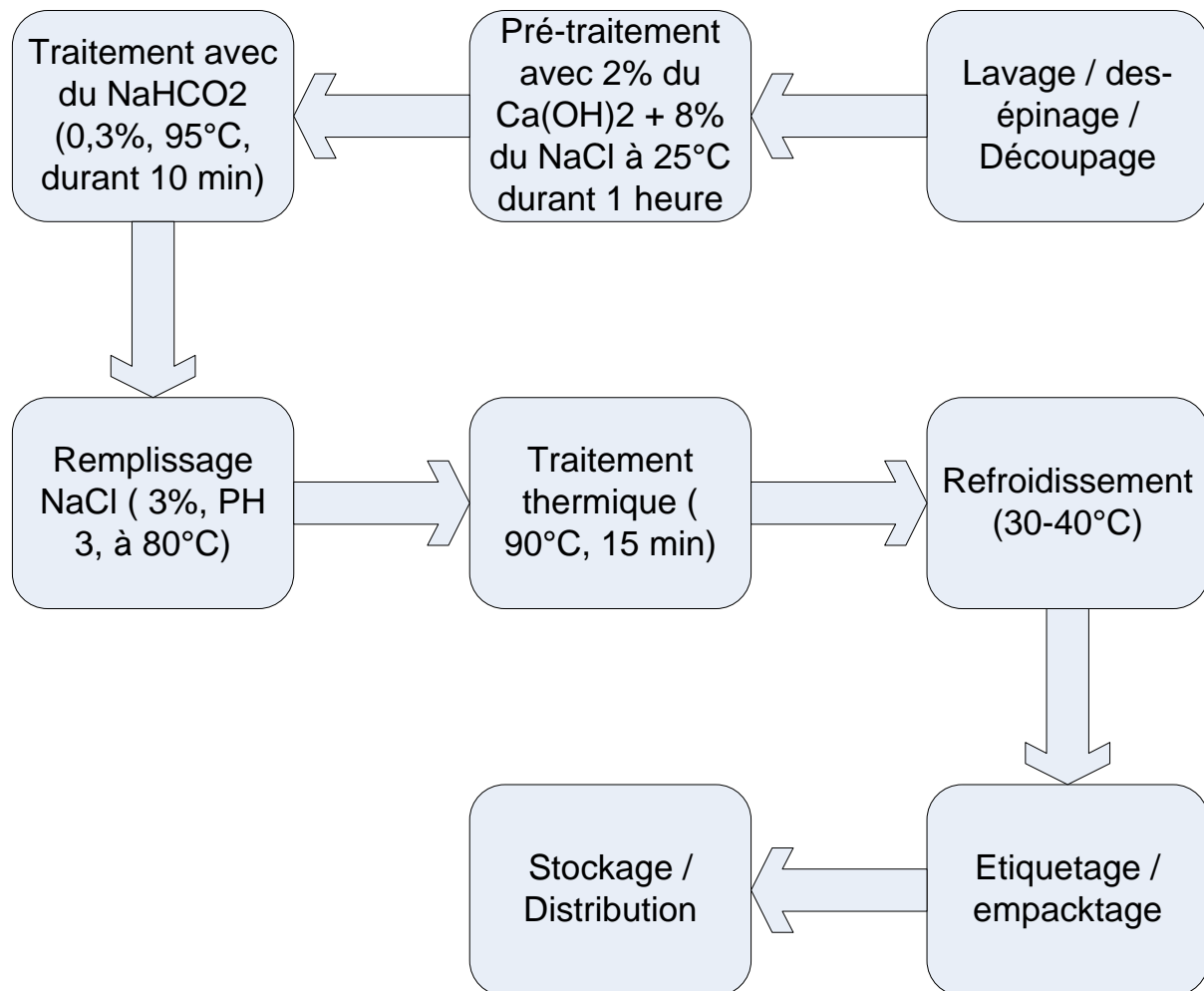
Avant de scellage des bocaux ou des boîtes ces dernières sont passées à travers un tunnel d' aspiration, afin de libérer l'air emprisonné et de créer un vide efficace lorsque le récipient est scellé. En fonction du matériau utilisé les bocaux sont scellés manuellement ou mécaniquement pour qu'une stérilisation dans des autoclaves soit effectuée. Bien que les barèmes de stérilisation (la température et le temps) soient choisis en fonction du type de récipient utilisé, un traitement à des Températures de 100 à 110°C pendant 15-20 minutes est typique dans des pots ou des canettes de 200-250 g de contenance . Après la stérilisation, les récipients sont refroidis à 30-0 ° C et laissés à sécher avant d'être étiquetés, emballés, empaquetés et stockés jusqu'à l'expédition vers les marchés. Le diagramme de la figure n°9 montre les variations sur les nopalitos saumurés produites traditionnellement . Ces modifications permettent d'améliorer la couleur verte des raquettes et de réduire la rigidité causée par le mucilage. Sur le marché, il est fréquent de trouver des produits d'un vert olive, couleur presque brune, qui n'affecte pas la sécurité sanitaire du produit, mais semble d'un aspect peu attrayant. Les consommateurs préfèrent généralement consommer des raquettes de couleur verte. La couleur brune est le résultat de la dégradation de la chlorophylle à phéophytine , ce qui se produit souvent avec la couleur verte des légumes soumises à un traitement thermique.

Des modifications au niveau du process s'imposent et sont fondées sur deux raisons : la première finalité est la réduction des niveaux de mucilage par un prétraitement avec 2% de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, et la seconde afin de réduire la décoloration par le blanchiment et ce, par l'ajout de 0,3% de NaHCO_3 . Le résultat final est un produit attrayant avec une couleur beaucoup plus verte et plus proche à celle des cladodes fraîches.

Les fabricants sont toujours à l'affût des méthodes innovantes pour leur permettre d'améliorer la qualité et / ou l'apparence de leurs produits, en les aidant à maintenir une position concurrentielle sur le marché et à l'occasion, d'explorer de nouveaux et parfois des marchés plus exigeants .



Diag n°9 : Diagramme de fabrication traditionnelle de cladodes en saumure



Diag n°10 : Diagramme de fabrication de Cladodes marinées

d) Jus de cladode

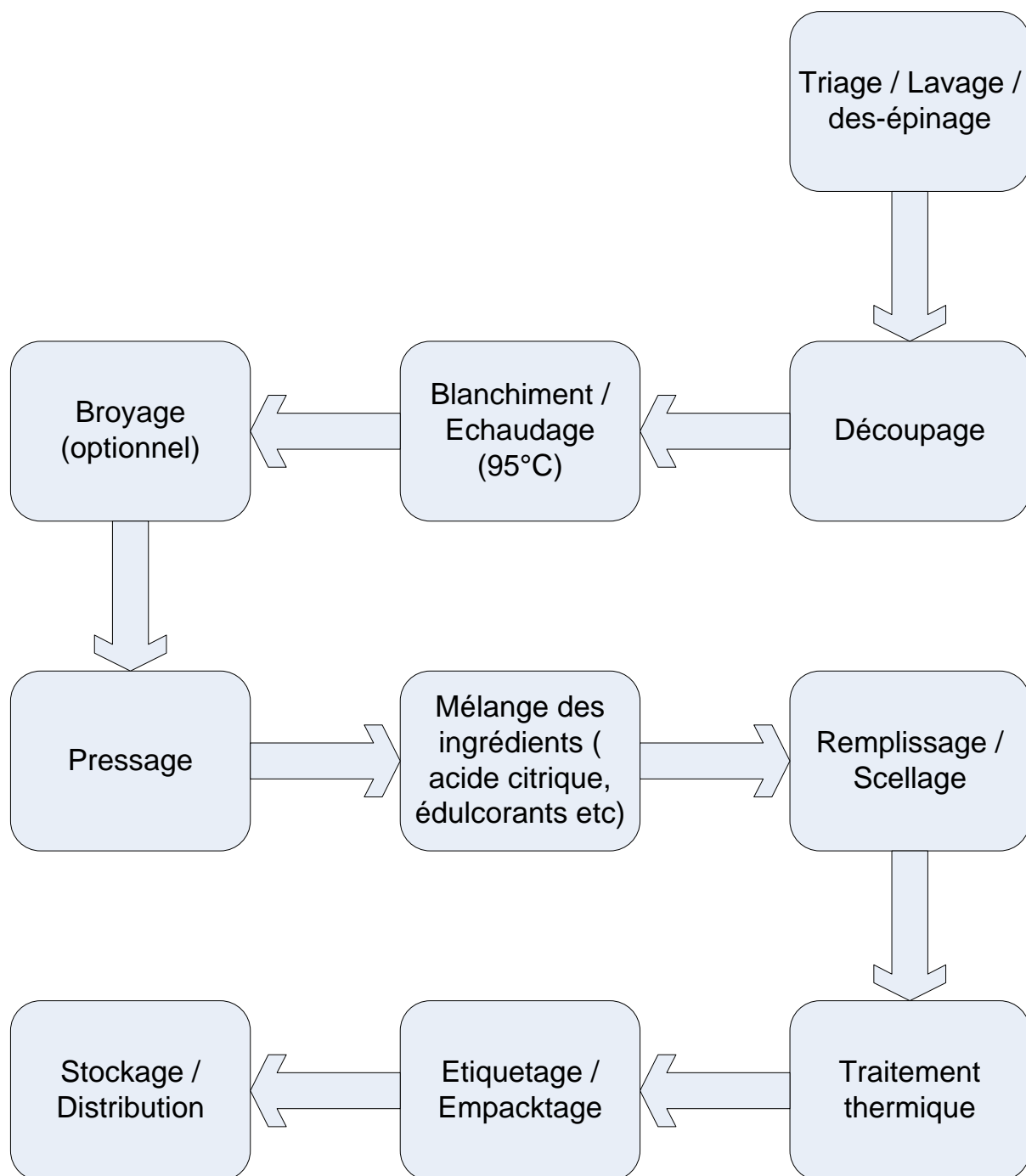
Jus de cladode est un produit relativement nouveau qui a été produit depuis peu de temps par une entreprise Mexicaine. Le développement et la promotion de des produits innovants sont utiles parce que les consommateurs sont toujours à la recherche et à l'affût de nouvelles saveurs et qu'il existe toujours des possibilités de percée de ces aliments offrant davantage de bénéfices pour la santé sur les marchés. Les Produits à base de cladodes de figue de Barbarie contiennent de fibres solubles et sont riches en minéraux mais présentent de faibles teneurs en sucre, ce qui les rend plus attrayants pour les consommateurs les plus responsables et plus soucieux de leur santé, en

particulier les diabétiques. Le Diagramme de fabrication de jus de cladode est représenté au niveau du diag n°11.

Une fois les nopalitos ont été triées et desépinées, elles sont transférées dans un réservoir d'eau chlorée (à 30-50 ppm de concentration en chlore) pour procéder à leurs lavage. Elles sont ensuite coupées et réduites en taille facilitant ainsi les opérations de blanchiment et de pressage. Les Nopalitos hachées sont blanchies à l'eau chaude à 95°C puis sont essorées et broyées. Le pressage peut être réalisée par différents types d'équipements munis des couteaux ou des lames rotatives. Le produit blanchi est ensuite pompé vers une presse. Divers types de presses sont disponibles : filtre-presse, presse à vis, ceinture presse ou de conception similaire .

Le liquide provenant de la presse est ensuite pompé vers un réservoir où d'autres ingrédients sont ajoutés selon le besoin de formulation. Un Mélange uniforme est obtenue par agitation dans une cuve en acier inoxydable avec un rotor. Certains chercheurs suggèrent une augmentation de l'acidité et ce, en ajoutant de l'acide citrique jusqu'à atteindre un pH de 3,5. Le mélange de 30% de jus de Nopalitos avec de l'eau et de l'aspartame permet d'obtenir un produit sans sucre. Cette boisson peut être commercialisée aux diabétiques.

Le jus peut être conditionné dans des bouteilles en verre avant d'être pasteurisé, le produit peut aussi être traité à la chaleur au moyen d'un échangeur de chaleur à plaques avant d'être mis en bouteille. Les conditions d'aseptie doivent être appliquées constamment. Enfin , les bouteilles sont étiquetées et envoyées au stockage à une température ambiante avant d'être prêtes pour la distribution et la commercialisation.



Diag n°11 : Diagramme de fabrication de de Jus de Cladode

e) Farines et poudres de cladodes

Les Farines et poudres peuvent être produites à partir des jeunes et tendres nopalitos et des raquettes matures. Ces produits ont été utilisés pendant de nombreuses années dans l'industrie pharmaceutique pour la fabrication des capsules et des comprimés à base de la farine produite. Toutefois, la farine de cladode est riche en fibres alimentaires ainsi que d'autres composants présentant une grande valeur nutritionnelle, attirant l'intérêt accru des professionnels de l'industrie alimentaire et ce, en raison du potentiel de ces produits au mélange, à l'extrusion. Quelques exemples des procédés de production sont décrits ci-dessous.

Un produit existant sur le marché mexicain intègre les farines de cladode de figue de Barbarie avec les céréales dans une forme extrudée utilisée comme des aliments du petit déjeuner (photo n°16).

L'entreprise qui a développé les céréales du petit déjeuner en utilisant des nopalitos 3-6 mois, ont obtenu des produits de couleur verte plus intense et une teneur plus élevée en fibres plus soluble que celle des raquettes âgées et matures. La farine résultante est aussi plus écologique que celle de raquettes âgées.

Les Raquettes âgées peuvent contenir des impuretés résultants de la lignification et sont plus difficiles à moulinier une fois séchées. Les Farines à base de cladodes âgées aussi peuvent contenir des niveaux et des teneurs en fibre et en minéraux inférieures à celles contenues dans les plus jeunes raquettes

Les Farines de cladodes sont utilisées pour produire des produits de boulangerie et des biscuits, en remplacement d'une proportion de farine de blé dans les recettes et les formulations des produits. L'incorporation des farines de cladodes se fait pour de multiples raisons, mais principalement pour un apport additionnel de fibres alimentaires supplémentaires et / ou la réduction des coûts de production résultant de l'incorporation des produits à moindre coût ainsi qu'une hausse des ventes.

Il existe de nombreuses entreprises qui produisent de la farine de cladode de figue de Barbarie, mais les formulations et les procédés de production ne sont pas précis et ne sont généralement pas rendus publics par les fabricants.

Le diagramme de production de la farine de cladode / poudre est représenté sur le Diag n°12.

Avant le traitement, les raquettes sont triées et celles ne satisfaisant pas les normes requises de traitement sont rejetées et éliminées. Les raquettes sont sélectionnées et lavées à l'eau chlorée (30-50 ppm) et puis elles sont coupées en lanières ou en cubes

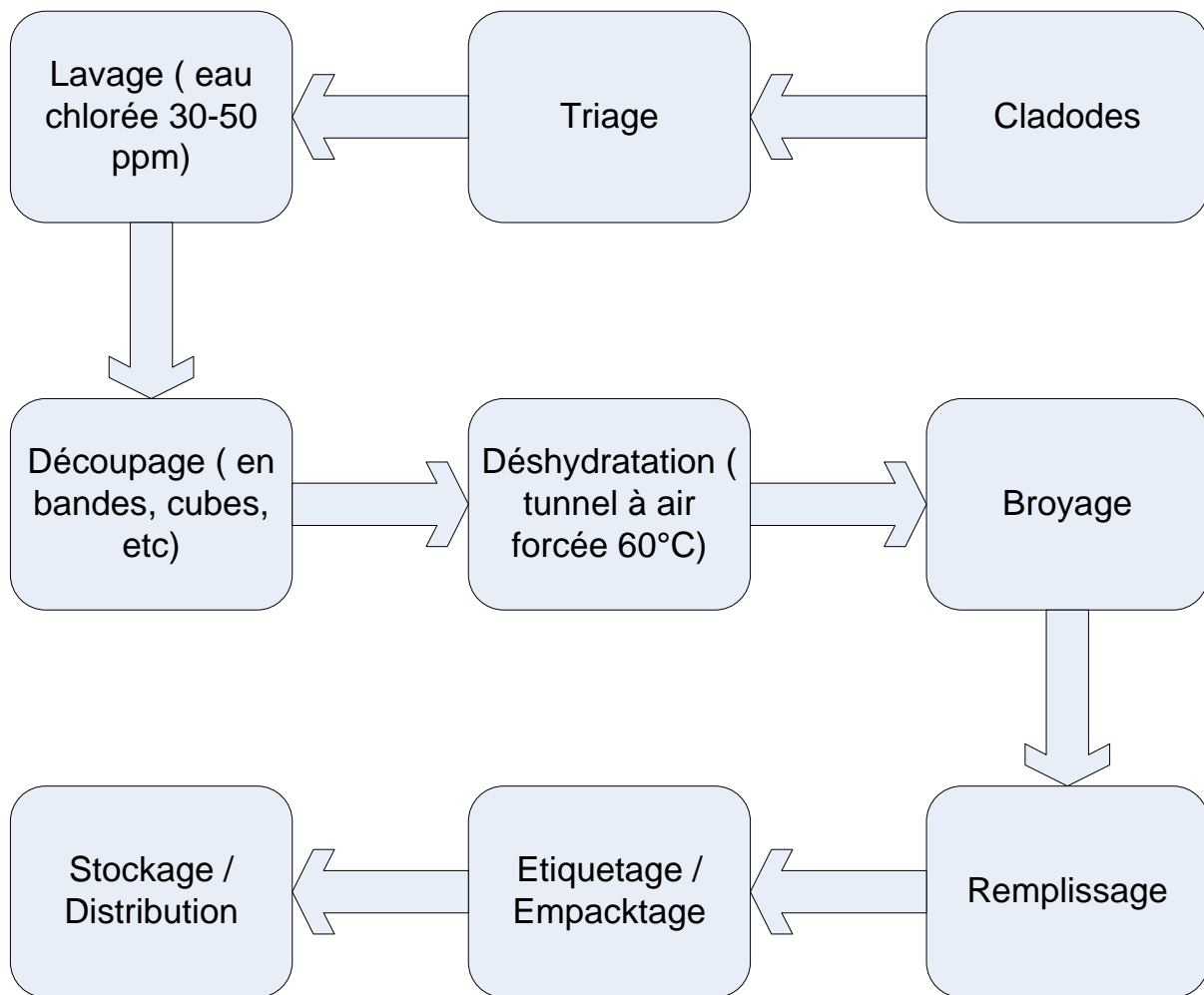
sur des plans (tables) en acier inoxydable /ou en plastique. Le Hachage peut également être effectué en utilisant un équipement mécanique. Les Raquettes hachées sont ensuite placées sur des plateaux et transférées dans un séchoir à tunnel pour le séchage. Ainsi le Séchage commence à 80°C pendant deux heures, suivie d'une heure à 70°C jusqu'à l'atteinte d'une teneur en humidité de 7-10%.

Une fois séchées, les petits morceaux de cladodes sont broyées en poudre fine à l'aide d'un broyeur à couteaux ou pierre moulin : La granulométrie finale dépend de la destination de l'utilisation du produit. La poudre est emballée dans des récipients étanches et stockées dans des entrepôts de stockage exempts d'insectes et de rongeurs où l'humidité relative est inférieure à 60-65% .

Photo n°16 montre une partie des opérations nécessaires pour produire des farine des cladodes.

Des variations et des modifications peuvent être apportées au diagramme Diag n°12 et ce, en fonction du volume de production, et de l'utilisation finale. Par exemple, le système de hachage peut être entièrement mécanique et le lot de séchoir à tunnel peut être remplacé par une constante Système de séchage (ce qui permet d'obtenir généralement un débit bien plus élevé) .

La façon dont les aliments à base de figue de Barbarie sont consommés est aussi importante que la façon dont ils sont récoltés traités et conservés. Peu d'avantages peuvent être apportés à produire ces aliments disponibles hors saison, si ces produits ne revêtent pas d'une attractivité ne représentent pas une partie intéressante de l'alimentation quotidienne de la population locale. Plusieurs actions peuvent être mise en oeuvre afin que ces nouveaux aliments peuvent être introduits dans nouveaux pays, en s'inspirant de l'innovation, des processus et des idées des entreprises mexicaines et essayer de les partager plus largement.



Diag n°12 : Diagramme de fabrication de Farine de cladode





PHOTO n°16 : Les cladodes coupés et production des farines de cladodes de figues de Barbarie

8) Remplissage , emballage et stockage

Le Remplissage, l'emballage et le stockage sont des étapes importantes et des parties intégrantes des systèmes de fabrication de tout produit .

Bien que les produits de figues de Barbarie sont produites à peu près de la même manière que les autres produits précédemment, les solutions aux problèmes de la production découlent mêmes des caractéristiques spéciales d'Opuntia .

Quels que soient les procédés impliqués dans la fabrication des produits, les dernières étapes de la production de aliments de haute qualité ; sains et sûrs microbiologiquement, peuvent être gaspillés si les mesures de précautions ne sont pas prises lors du remplissage, l'emballage et le stockage.

De nombreux matériaux d'emballage différents peuvent être utilisés. Il est essentiel de choisir l'option la plus appropriée pour les produits et systèmes de traitement utilisés. Les deux matériaux d'emballage les plus largement utilisés sont les verres et des plaques d'acier étamés vues leurs avantages et les contraintes respectives pour la préservation et la conservation des aliments. Les deux matériaux sont utilisés pour emballer les aliments traités thermiquement (stérilisation commerciale). Le matériau d'emballage en verre présente l'avantage d'inertie et de transparence, tandis que les plaques d'acier étamés sont les plus robustes, plus résistantes aux chocs thermiques et de manutention et surtout moins cher que le verre. L'inconvénient majeur des plaques d'acier est sa susceptibilité à la corrosion , mais , si la qualité originale des matériaux est assurée , et les produits d'emballage sont suffisamment bien protégés et conservés dans des conditions optimales les éventuels problèmes de corrosion ne risque pas de survenir.

Ainsi, de nombreuses alternatives d'emballage existent sur le marché, les récipients sont disponibles dans une variété de tailles, de formes et de couleurs. En ce qui concerne les emballages en verre, il existe une variété de systèmes de

fermetures assurant l'étanchéité hermétique. Les bocaux en verre peuvent être ouverts et fermés facilement et utilisés comme un récipient jusqu'à ce que tout le produit soit consommé, parfois sur de longues périodes. Comme les bocaux, les bouteilles en verre peuvent être remplies à chaud, ils sont largement utilisés pour les bonbons, les confitures et jus de fruits. Les Boîtes en acier étamé doivent être vidées et / ou utilisées au moment de l'ouverture et ne peuvent pas être utilisées pour stocker les restes du produit.

Les matières plastiques sont également largement utilisées dans l'industrie alimentaire. De nombreux progrès techniques ont été réalisés au niveau de l'emballage alimentaire en plastique au cours des dernières années, et il existe de nombreux fournisseurs et une grande variété de matériaux disponibles. Pour les emballages alimentaires, les matériaux sont soit souples (films plastiques de différentes épaisseurs et combinaisons de polymères) ou rigides (pots, bocaux, plateaux et bouteilles). Les films peuvent être formés à partir de couches de différents polymères (par exemple polyéthylène [PE] éthyle et d'alcool vinylique [EVOH]), qui prévoient de différents niveaux de perméabilité aux gaz.

Les films plastiques sont fréquemment utilisés pour emballer les fruits et les légumes qui ont été peu transformés avant la vente ou l'utilisation y compris les fruits de figue de Barbarie ou les nopalitos.

Les Films plastiques stratifiés (par exemple plastique / papier / aluminium) sont aussi très populaires. Ceux-ci fournissent une barrière plus robuste (perméabilité aux gaz) pour l'emballage de produits pulvérulents tels que la farine de cladode.

Les Films plastiques métallisés avec de l'aluminium peuvent aussi être utilisés pour emballer les raquettes séchées et les bars à base de pulpe de figue de Barbarie. La brillance de la couche d'aluminium de ces films est particulièrement attrayante. Les films plastiques flexibles peuvent être scellés facilement en utilisant de simples machines. Ils coûtent moins cher que la plaque d'acier étamé ou du verre, sont moins coûteux à transporter.

Bien que des films souples en matière plastique ne soient pas normalement considérés comme appropriés pour la fabrication des produits de haute qualité, ce qui pourrait être une idée fautive dans de nombreux cas. Les emballages en plastique rigides sont plutôt réservés pour des bonbons, les confiseries et des confitures qui bien qu'ils puissent ne pas être hermétiquement scellés, elles sont largement utilisées pour ces types de produits.

Une caractéristique importante des matériaux d'emballage est leur capacité de

recyclage, étant donné que des millions d'emballages sont utilisés quotidiennement et la plupart d'entre eux sont éventuellement jetés. De grandes quantités de matières sont gaspillées. Puisque certains matériaux sont recyclables ils doivent être remis à des centres de collecte et convertis à de nouveaux matériaux pour réutilisation. Les emballages en verre non seulement peuvent être recyclés, mais ils peuvent également être réutilisés dans leurs formes originales.

Les Conditions d'entreposage dépendent du type de produit. Certains d'entre eux nécessitent une réfrigération, congélation tandis que d'autres peuvent être stockés à la température ambiante

Quel que soit le cas, il existe des normes et des exigences générales pour l'assurance d'un stockage adéquat permettant la conservation et le maintien de la qualité et de la sécurité des produits avant leur livraison. Les entrepôts de stockage des produits finis doivent être séparés des ateliers de traitement ainsi que des magasins de stockage des matières non alimentaires tels que les détergents et les déchets. Les Chambres de stockage des aliments doivent être exemptes de vermine. Idéalement, il devrait y avoir le contrôle des températures de l'humidité relative doivent être assurés, avec de l'accès facile du personnel et / ou des équipements tels que les palettes de manutention. Les magasins devraient également être solidement verrouillés pour empêcher la falsification de marchandises enregistrées et / ou leurs vols.

9) Qualité et sécurité

Quand une nouvelle entreprise de transformation est établie ou une nouvelle usine est construite et implantée, il est essentiel d'adopter les normes les plus exigeantes possibles afin de produire et de commercialiser des aliments de haute qualité. Cela contribue à développer une réputation tant pour les aliments que pour le fabricant et par conséquent le renforcement de la confiance des consommateurs et des marchés.

La plupart des fabricants adoptent une approche spécifique à la fabrication connue comme système de l'assurance de la qualité. Le système couvre toutes les étapes et les processus successifs relatifs à la transformation : l'achat, la manipulation des matières premières, le pré-traitement, l'ajout d'ingrédients et des additifs, la fabrication et le stockage, la vente, et la consommation finale. Bien que après la vente et la consommation des produits, les marchandises auront quitté l'usine, les agents commerciaux, des différentes parties prenantes des différents maillons de la chaîne de valeur continuent à fournir des informations au fabricant avec l'instauration des responsabilités partagées afin de garantir la sécurité des produits d'origine.

La Qualité et la sécurité sont des aspects importants et essentiel pour maintenir la sécurité sanitaire des produits. L'approche la plus adéquate est de mettre en œuvre des systèmes d'analyse des de points critiques pour leur maîtrise (HACCP) ou du système de management de la sécurité des denrées alimentaires ISO 22000. Ces systèmes ont été conçus pour prévenir et éviter l'occurrence des différents types de contamination , plutôt que de leurs résolutions après leurs survenance .Le Codex Alimentarius lignes directrices (FAO / OMS) fournissent un guide utile pour la mise en œuvre d'un système HACCP.

Certains gestionnaires de petites entreprises peuvent considérer qu'un système HACCP ou d'un système de management de la sécurité des denrées alimentaires (ISO 22000) difficiles à être appliquée au sein de leurs usines en raison d'un certain nombre de contraintes perçus à savoir : que ces systèmes nécessitent l'allocation des moyens humains, matériels et financiers que les petites entreprises ne peuvent pas se permettre de se les accorder, l'impossibilité de procéder à la sensibilisation et la formation de tout le personnel.

Ces contraintes ne doivent pas faire oublier les avantages de la mise en place de tous ces systèmes permettant l'assurance de la sécurité des denrées alimentaires . Ainsi ces systèmes ISO 22000 et les Systèmes HACCP peuvent , et devraient , être introduits quelle que soit la dimension de production et l'aille de l'entreprise. De nouvelles idées innovantes doivent être félicités et reçues et appréciées à leurs juste valeur quand le résultat final tend à aider à donner de l'élan à la qualité et à la réputation des produits. La tendance dans les activités agro-industrielles est orientée vers les systèmes de gestion de la productivité, et de la sécurité sanitaire des produits.

Les consommateurs et les marchés ont besoin de ces approches où les aliments sont produits , transformés et vendus.

Bien qu'il ait été reconnu depuis longtemps que la mise en œuvre de systèmes HACCP, ISO 22000 dans les petites exploitations seront toujours difficiles à implanter, sur le long terme, il n'est pas envisageable d'ignorer les principes de gestion responsable. Malgré les difficultés, la promulgation des lois alimentaires nationales ainsi que les clients de plus en plus exigeants et demandeurs davantage de transparence sur les produits de la part des industriels.

A la fin, toutes les entreprises , de petites et de grandes tailles, n'aurnt pas d'autre choix que de adopter des pratiques recommandées ou elles sont vouées à disparaître .

Les défis seront vus différemment par gouvernements, les organisations non gouvernementales (ONG) ou du secteur privé. Les gouvernements ne cessent

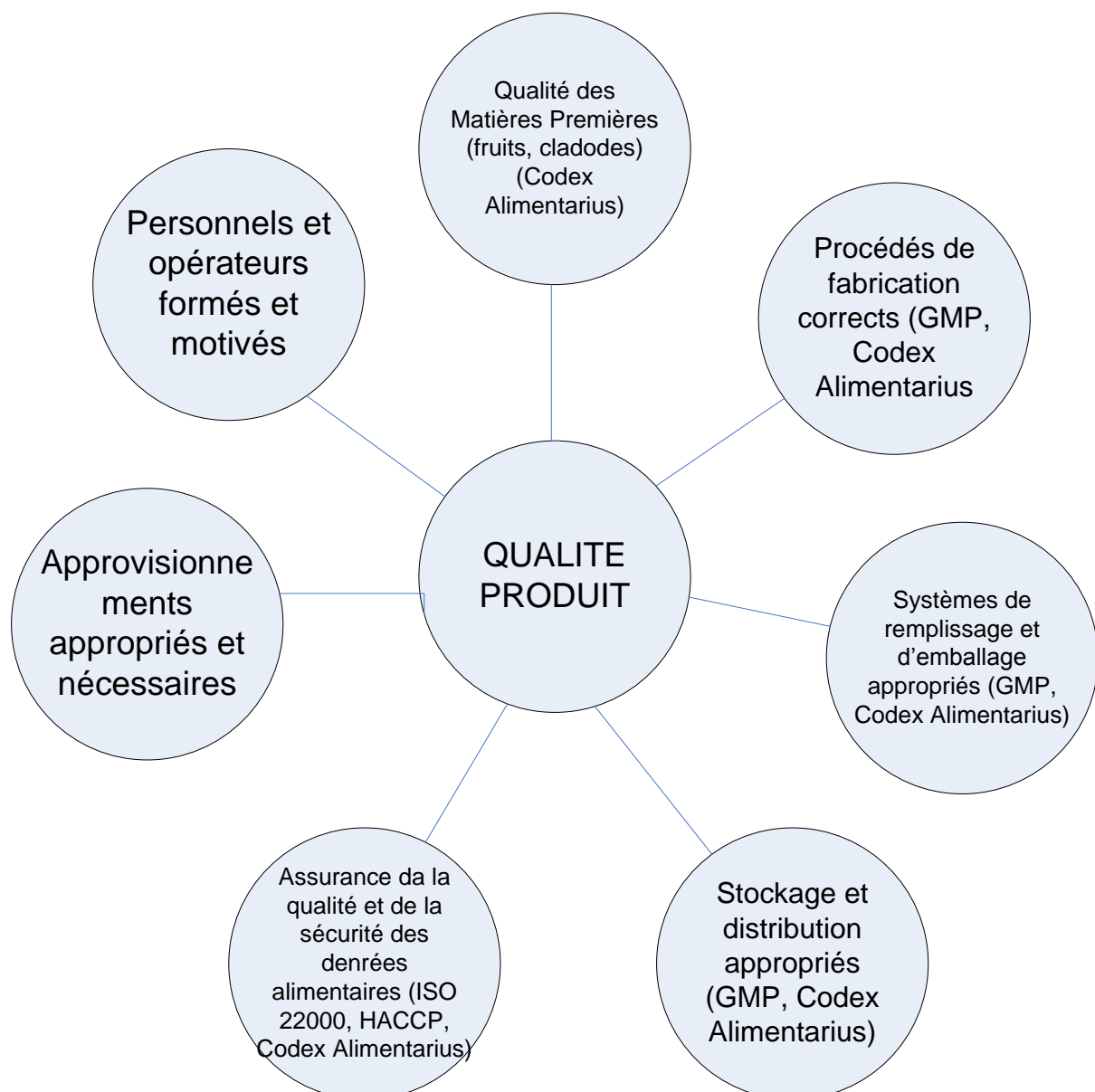
d'encourager les bonnes pratiques de fabrication (BPF) , Les ONG fournissent des services à but non lucratif à l'appui des industries, des producteurs et des communautés rurales, et le secteur privé réalise l'investissement principal nécessaires à la prise des risques au niveau de la fabrication et des activités commerciales. Ces trois secteurs sont essentiellement interdépendants. Les Stratégies de BPF aident à déterminer et à dénicher les marchés et aux industriels de les conserver. Avec ces défis, les petites et moyennes entreprises ont souvent besoin d'assistance technique des experts, des universités, des organismes de normalisation, des associations professionnelles ou d'ailleurs et ce, pour les aider à comprendre les exigences, les pratiques et les systèmes à adopter et de comment les implanter les mettre en œuvre et les maintenir. De nombreux facteurs nécessitent et requièrent une attention particulière aux différents étapes de la transformation industrielle. Figure 14 montre le plus important de ceux-ci . La production industrielle des aliments est régie par des normes qui varient d'un pays à un autre.

Beaucoup de pays choisissent d'adopter la Normes du Codex Alimentarius FAO / OMS, qui sont considérés comme les exigences minimales à satisfaire pour les pays qui vendent aux marchés internationaux. Les normes sont de plus en plus strictes suivant le développement des marchés de plus en plus exigeants. Toutes ces exigences et normes tendent à assurer la sécurité sanitaire des produits destinée à la consommation des produits frais ou transformés. La santé de la population dans son ensemble est un concept universellement bien accepté par le public et demeure une priorité dans la production et la vente d'aliments au public .

Les consommateurs ont le droit de supposer et d'exiger que les aliments qu'ils consomment seraient sains , sûrs et de qualité nutritionnelle, organoleptique, sanitaire optimales. La labellisation des aliments statuant sur l'authenticité et l'origine des produits rend les relations liant les consommateurs et les fabricants assez saines ainsi le grand public prennent confiance dans la fiabilité et l'honnêteté de toutes les informations étiquetées sur l'emballage. Généralement les consommateurs ne veulent pas être induits en erreur par des publicités mensongères. Dans tous les processus de production plusieurs normes éthiques existent et que les fabricants sont tenus à les adopter, ce qui signifie qu'ils doivent suivre des procédures et des meilleures pratiques tout au long de la chaîne de production.

Des plusieurs auteurs ont analysé la complexité dans la mise en œuvre des systèmes de qualité totale en petites agro-industries. L'une des critiques a été le manque d'engagement de la majorité des responsables afin d'assurer une approche systématique

de management de la sécurité et de la salubrité des aliments comme base pour la transformation des aliments. Pour être efficace, tout les maillons impliqués dans fabrication dans la chaîne alimentaire doivent assimiler ces technologies, non seulement celles qui assurent la supervision des équipes techniques et les équipements utilisés pour la fabrication du produit. Cela nécessite une approche multidisciplinaire dans l'usine , et / ou de l'industrie pour fournir une gestion en continu et efficace au fil du temps axée sur les résultats.



Diag n° 13 : Les facteurs influençant la qualité du produit de l'approvisionnement à la distribution

10) Marketing

L'industrie de traitement de fruits et de cladodes de figue de Barbarie ne devraient être mis en place qu'après avoir mené des études de marché afin de confirmer que le produit futur rencontrera sa clientèle sur les marchés potentiels . Cette étape est essentielle lors de la création d'une entreprise et nécessaire pour la continuité et la viabilité des projets. Les études de marché aident à identifier les segments de marché à cibler. La directives fournies par certains auteurs et chercheurs peuvent être utiles. Par exemple, les feuilles de fruits séchées ou des barres de pulpe de fruits de figue Barbarie pourraient cibler une clientèle enfantine et sportives , ou vendu à des restaurants de fast food où la clientèle adore consommer des snacks saines. La pulpe de fruit de figue de Barbarie congelée peut cibler une clientèle à revenu moyen ou élevé appartenant à différentes classes sociales moyenne à aisée, ou bien ces produits peuvent être vendus au détail dans les supermarchés ou en vrac à d'autres fabricants industriels. La Pulpe congelée peut être vendue comme un ingrédient pour la fabrication des produits alimentaires, au secteur hôtelier et aux autorités institutionnelles , comme les militaires, les prisons et les écoles .

Les produits de fruits de figue de Barbarie peuvent trouver un créneau et des niches de marché valables servant des consommateurs qui font de l'alimentation saine un choix et un style de vie et de consommation responsable, y compris les végétariens, les centres de santé et les hôpitaux , où l'alimentation et les soins médicaux demandent des régimes riche en fibres, à teneur élevée en vitamine, riche en antioxydants, aliments sans sucre et ayant des attributs similaires.

Quel que soit le segment de marché ciblé, il est essentiel d'effectuer une analyse concurrentielle des produits pour statuer si des entreprises concurrentes ou des produits de substitution existent.

Il faut répondre à des questions . Quelles sont les faiblesses des produits et des marchés ? Quelle est le meilleur produit présenté sur le marché ? Qu'elle est la campagne de lancement la plus appropriée ? est-il coûteux de lancer un nouveau produit et , si elle échoue, cela indique généralement l'évaluation du marché pauvres.

De temps en temps , des études de consommation sont nécessaires, en particulier si le produit est en cours d'introduction sur un marché où il est inconnu. Il n'est pas facile de changer et / ou de modifier les régimes et les habitudes alimentaires et une stratégie de marketing spéciale peut être nécessaire.

Les études de marché suivent traditionnellement les «quatre P» du marketing : produit, prix, place et promotion . Ces derniers reconnaissent la valeur de l'emballage et de l'étiquetage , qui sont des caractéristiques importantes pour la publicité du produit contenu à l'intérieur de

la bouteille ou de canette et pour l'information des consommateurs sur la valeur du produit (et de l'entreprise). Les études de marché peuvent aussi explorer la distribution, en vrac ou des alternatives de vente au détail, en fonction du produit (par exemple, jus de fruits, pulpes et confitures) , la vente dans les points de ventes propres à l'entreprise ou dans les supermarchés , ainsi qu'idéalement, les magasins : sur les routes très fréquentées et / ou près de l'usine et / ou la vente directe au client, par exemple , porte-à- porte .

les options de Publicité et de médias devront être évalués afin de choisir le canal de communication le plus approprié: journaux , radio, télévision, offres de supermarchés, des échantillons gratuits pour les automobilistes dans les villes ou dans les magasins de détail. Etant donné que les défis évoluent toujours rapidement et la volonté changer après que le produit est en vente , les gestionnaires ont besoin de continuer à surveiller les marchés et leurs tendances afin de livrer aux consommateurs les produits de qualité qui répondent à leurs attentes et permettant ainsi à effectuer des anticipations au niveau des prix dans le cadre de la de stratégie de marketing de la société.

Un aspect important de la vente est l'apparence. Cette propriété affecte la façon dont le premiers consommateurs perçoivent le produit : l'emballage, la taille et l'étiquetage .

Un logo identifiant la société aide les consommateurs à démarquer le produit et l'entreprise productrice. La qualité de l'étiquette (papier , la couleur , l'impression , l'utilisation de mots / images, etc) auront une influence sur les consommateurs et les aider à reconnaître le produit , ou de percevoir un produit familier aussi bien fait et de haute qualité.

Dans de nombreux pays, les réglementations nationales stipulent les informations minimales qui doivent être fournies sur les étiquettes. Une bonne étiquette est simple avec des couleurs harmonieux, attirante, et les allégations portées sur l'étiquette doivent être véridiques et n'induisant pas le consommateur à l'erreur. De bonnes étiquettes sont habituellement produites par des experts dans ce domaine.

En résumé , la production agro- industrielle englobe l'ensemble de la chaîne de valeur pour les consommateurs (de la ferme à la table), ce qui représente de changer de vision où le consommateur est considéré comme, partenaire ou intervenant dans la chaîne de valeur le plus important. Cela renforce l'importance du rôle des consommateurs sur les marchés : les besoins et les goûts des consommateurs déterminent les types de produits fabriqués.

11) Aspects économiques

L'élaboration des études de faisabilité techniques et économiques sont cruciaux et permettent de prendre des décisions appropriées afin de de prendre la décision

d'investissement dans un secteur particulier.

Les études de faisabilité sont nécessaires pour réduire le risque d'échec. La clé de la réussite réside au niveau de l'évaluation du risque et leurs réduction au minimum.

Des études de faisabilité couvrent généralement : les fonds nécessaires pour les infrastructures , les équipement et les fournitures; échelle de production et d'exploitation ; la produits à fabriquer, la disponibilité et les coût des matières premières, les équipements et les fournitures et les services disponible (électricité, eau et énergie) . les ressources humaines. La disponibilité des personnels formés. Quels sont les taux du marché pour la professionnels nécessaires? Les coûts de production. Quelles technologies à utiliser, les produits à fabriquer et la taille du marché cible.

Il est important de comprendre et d'accepter que produits agro-industriels sont issus de matières premières agricole ce qui pose le problème de saisonnalité et de disponibilité C'est le cas avec le cactus de poire. Des options alternatives doivent être identifiés tels que la production des aliments provenant d'autres espèces / matières premières afin de rentabiliser l'usine et les équipements car il n'est plus logique de fermer l'usine pour plus de six mois chaque année. Les besoins de diversification doivent être inclus dans la prise de décision et la planification processus. Les études de marché doivent être effectuées par des experts en Marketing avec l'aide des consultants spécialistes en développement industriel ainsi que ceux familiers avec la culture des matières premières , et les fournisseurs des équipement nécessaires pour l'installation et / ou de les fonds de financements nécessaires à l'implantation et à l'exploitation.

C.V / La production industrielle des produits non alimentaires

1) Description des produits

Peu d'espèces végétales sont aussi polyvalentes que l'Opuntia pour la transformation en aliments destinée à la consommation humaine . Cependant , les débouchés industriels pour les figues de Barbarie s'étendent au-delà des produits alimentaires, ce qui rend ces espèces extrêmement précieuses pour leurs cultures, utilisations et valorisations.

L'un des produits indirects les plus intéressants fabriqué à partir du figue de Barbarie est le carmin d'insecte de cochenille (*Dactylopius coccus*). C'est le meilleur et le plus sûr et le plus naturel des agents colorants rouge utilisé en tant qu'additif naturel pour la fabrication des produits alimentaires. Son utilisation est autorisée par la plupart des organismes de réglementation des produits alimentaires dans le monde entier , y compris aux États-Unis par le prestigieux Food and Drug Administration (FDA) et à l'Union européenne (UE) codées E120 dans les règlements de l'UE. Le colorant naturel figure parmi la liste des additifs autorisés par le Comité mixte FAO / OMS par le Comité d'experts sur les additifs alimentaires (JECFA) .

Le pigment Carmin est une alternative naturelle intéressante aux colorants rouges de synthèse et il est largement utilisé dans les industries alimentaires et cosmétiques. Le Pérou est le premier producteur mondial de cochenille sèche et d'exportations des cochenilles traitées sous la forme de carmin, ou de solutions d'acide carminique.

La cochenille est un insecte de l'ordre d'hémiptère et parasite des Opuntias sur lequel il l'insecte y vit, de sorte que la production est en grande partie un activité agrobiologique parallèle. Les plantes doivent être gérées différemment de ceux utilisées pour la production de fruits ou de raquettes. En outre, l'insecte doit être cultivé, récolté et transformé afin de produire de colorant. Cette activité est totalement différente de la culture de figue de Barbarie, de sa récolte et de sa transformation des produits alimentaires, des additifs ou des sous-produits. L'O. ficus-indica est généralement la plante hôte sur laquelle l'insecte grandit et se développe. Il est recueillis, tué et traitées pour en extraire le pigment.

L'insecte femelle est traitée pour produire du carmin. La plante sert simplement comme un moyen de culture de l'insecte . Les Agro-industries sont généralement plus efficace quand ils utilisent tous les équipements livrés à l'usine ou à un centre de traitement . Pour cette raison, ils peuvent toujours essayer de traiter les déchets et les sous-produits en vue de fournir d'autres revenu et / ou de réduire les coûts pour l'entreprise .

C'est le cas avec la valorisation des graines de fruits d'Opuntia et la peau , qui sont souvent séparés de la pulpe lors de la préparation des jus de fruits et autres produits . Les graines contiennent de l'huile de très bonne qualité. La peau est riche en hydrocolloïdes (mucilage), qui peut être extraite et utilisé comme épaississant dans l'industrie agro-alimentaire. la peau (de la pelure) de variétés rouges et pourpres contiennent de grandes quantités de pigment (bétalaines) qui sont utilisés en tant que colorants naturels. L' idée d'extraire les pigments à partir de fruits de figues de Barbarie est à explorer, vue que la couleur orange des fruits sont connus pour être riches en caroténoïdes.

La production de la farine et la poudre de cladodes de figue de Barbarie peut représenter une base pour la fabrication d'une large gamme d'aliments à partir de raquettes de figue de Barbarie décrites précédemment. L'utilisation de ces produits en tant que compléments alimentaires et / ou dans l'industrie pharmaceutique , compte tenu de la vaste expérience disponible . Leurs utilisations en tant qu'ingrédient dans la formulation des médicaments n' a commencé à être plus largement accepté que récemment. Leurs popularités auprès des clients est en train de changer le positionnement des produits sur le marché tels que celui des comprimés et des capsules de poudre ou farine de cladode en suspension à des fins médicinales. Cette popularité provient des propriétés curatives traditionnellement attribuées aux plantes d'Opuntia dans la médecine populaire. Des recherches ont été mené en vue de justifier les pratiques traditionnelles dans termes scientifiques modernes.

Des produits étroitement similaires à ceux-ci sont des produits connus comme nutraceutiques ou aliments fonctionnels. ceux-ci possèdent aussi bien des propriétés nutritionnelles que médicinales ainsi les consommateurs s'attendent à un impact et des avantages supplémentaires sur la santé. D'autres produits récemment mis en place sur les marchés mexicains contiennent des fibres extraites à partir des fruits de figue de Barbarie ainsi que d'autres matières végétales, par exemple Le psyllium Plantago L. Ils sont parfois commercialisés en tant que produits liquides devant être mélangés avec de l'eau et utilisé , par exemple, dans les traitements cliniques nécessitant l'alimentation intraveineuse.

Par ailleurs, le Mucilage purifié peut être extrait des raquettes, qui contiennent des quantités supérieures à celles contenues au niveau de la pelure (la peau). Ces composés présentent un intérêt pour le secteur alimentaire et celui de la restauration où ils sont utilisés comme la base stabilisantes dans les mousses et les émulsions pour les produits non - alcoolisées et des produits laitiers. Leur potentiel en tant qu'émulsifiant reste à explorer.

Les propriétés traditionnellement attribuées à certains plantes, y compris l'Opuntia , comme les bénéfiques pour la peau et les cheveux prouve qu'ils ont un potentiel d'utilisation pour l'industrie cosmétique. Un certain nombre des entreprises au Mexique utilisent les sous

produits d'Opuntia à des fins cosmétiques, y compris pour la préparation des crèmes, les des lotions, des gels et des shampooings.

Les tiges de Cactus ne sont pas utilisés comme ingrédients pour fabrication et , selon certains chercheurs les propriétés d'Opuntia ne sont pas largement connues, limitant la demande en produits fabriqués à partir de cette plante. Dans le court terme, par conséquent, les produits cosmétiques ne sont pas susceptibles d'absorber de grandes quantités de matière végétale.

L'industrie du tourisme offre des possibilités de l'exploitation des produits d'Opuntia , y compris la pêche artisanale fabrication d'un certain nombre de produits traditionnels. Par exemple, les cladodes lignifiés sont utilisés pour la fabrication de paniers et articles similaires.

Un autre secteur très différent, mais non moins potentiellement important est le secteur de la construction. Un intérêt récent a été démontré par les propriétés anti- corrosives de mucilage. Des études sont en cours d'être munés sur l'utilisation d'extraits de cladode comme adhésifs et dans les peintures et pour la clarification de l'eau.

2)Exigences techniques

Les différences au niveau des procédés de traitement de certains des produits décrit précédemment, comme les colorants de cochenille, l'hydrocolloïdes et les produits cosmétiques pour le traitement de la peau, chacune sera examinée séparément.

Beaucoup de produits non - alimentaires issus de raquettes et des fruits de figue de Barbarie offrent un potentiel pour une variété d'utilisations dans les industries chimiques, pour la fabrication des cosmétiques et comme des entrées agricoles. Les exigences techniques des traitements varient selon les équipements et des différents procédés concernées, et les matières premières doivent être récoltées, traitées et utilisées différemment.

Chaque secteur industriel nécessite des installations, des équipements et procédures appropriées, ainsi que des personnels qualifiés capables d'entreprendre des travaux.

Par exemple, les normes de sécurité d'une entreprise dans l'industrie chimique, en utilisant des solvants différent sensiblement de ceux d'une entreprise de production des aliments, de poudres ou de farines. Selon le type de produit à fabriquer, le cas échéant les normes et les réglementations pour l'industrie notamment doivent être adoptées et suivies.

3)Colorants de cochenille

De nombreux rapports décrivent la production de l'insecte cochenille, son cycle biologique et les hôtes les plus appropriés parmi un large gamme d'espèces et variétés disponibles. De même, la récolte et le traitement des insectes destinées aux marchés d'insectes et des colorants ont également été bien couverts. Les auteurs pionniers ont montré que l'O. ficus-indica est la plante hôte préférée pour la production de cochenille. Compte tenu de la vaste portée de ces rapports, la suivante Description commence par la récolte de l'insecte cochenille. Ceci doit être considéré comme une opération de pré-traitement.

a) La préparation : Les insectes femelles matures contiennent la plus grande quantité de pigment, à environ 19-22% d'acide carminique. Les Cochenilles jeunes contiennent par contre 16% au plus d'acide carminique. La récolte peut être effectuée de trois ou quatre fois par an. La cueillette est effectuée à la main, en prenant soin d'éviter d'endommager le pigment de l'insecte ou de prendre fuite. L'insecte est soigneusement brossé du cladode de la plante de cactus et déposée dans un bac plat.

Après la récolte, les cochenilles sont triées pour séparer les insectes adultes du reste. Les insectes sont ensuite tués. Différentes méthodes sont disponibles mais peut-être le plus simple processus est le suivant : les laissant mourir naturellement dans l'ombre. Une mort naturelle de ce type permet une ponte complète et fournit des niveaux élevés d'acide carminique de l'ordre de 26%. Les insectes morts sont séchés par une méthode de séchage à l'air naturel. Le séchage au soleil est décrit comme suit et les insectes peuvent être séchés pendant 4 à 5 heures sur une période de six jours. Alternativement, ils peuvent simplement être laissés dans l'ombre pendant 20-30 jours. Le séchage artificiel peut être entrepris pendant les périodes de pluie ou de forte humidité ou lorsque le temps est court. Les insectes peuvent être séchés à l'air chaud à 50-70°C, à 60% d'humidité relative durant 3-4 heures, jusqu'à ce que la teneur en humidité baisse à des valeurs de 7 à 10%. Le séchage artificiel offre un plus grand contrôle et les résultats de séchage sont plus uniformes, présentant moins de contamination et plus de matières premières de haute qualité.

Après séchage, les cochenilles sont nettoyées de toutes les impuretés, telles que des épines d'Opuntia, du sable et de la silice qui sont supprimés. Il s'agit d'une opération semi-manuelle en utilisant un jet d'air et un tamis.

Les insectes séchés sont sélectionnés et classés à l'aide de différents maillages, le niveau de qualité le plus élevé est retenu par un tamis de 2 mm. La qualité est aussi déterminée par la teneur en acide carminique, le taux en humidité et la contamination par des métaux lourds. Les insectes qui produisent des niveaux d'acide carminique de plus

de 22% sont considérées de bonne qualité, bien que le marché en général exige une teneur plus élevée en acide carminique. Les améliorations génétiques seraient en cours en vue de stimuler la production d'insectes avec une teneur en acide carminique plus élevées. Les Cochenille sont classées et emballées en sacs de jute, sacs en plastique étanches ou dans des fûts de 50 kg fabriqués à partir de carton comprimés avec des cadres métalliques afin de protéger le produit et éviter tout dommage. Le Stockage est meilleur à des températures inférieures à 20°C et à une humidité relative inférieure à 50%. La cochenille produite est ensuite envoyée à l'usine de traitement pour la production de différents types de colorant.

Une gamme de produits commerciaux est extraite à partir des cochenilles, y compris l'extrait de cochenille, le carmin et l'acide carminique. Ceux-ci sont disponibles sous forme de solutions, lac et poudres cramoisi, et ont de multiples utilisations dans les industries alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques, ainsi que pour la préparation de colorants de laboratoire pour l'industrie du papier, du textile et de la céramique et de la teinture.

Les utilisations les plus courantes et les limites de chaque type de produit dépendent de facteurs tels que :

- pH du produit final ou lors des changements au niveau du traitement ;
- température avant et après l'addition du colorant;
- la durée de conservation du produit final et l'emballage et les conditions de stockage ;
- La concentration de la matière colorante de la tonalité requise ;
- Les agents susceptibles d'entrer en contact avec les Colorants avant, pendant et après l'utilisation.

Le diagramme n°14 fournit une indication des opérations impliquées dans la production d'une variété de produits de cochenille .

Comme la plupart de ces procédés sont protégés par brevets industriels, le diagramme de fabrication.

À l'arrivée à l'usine de traitement, la cire de revêtement est enlevée de la cochenille séchée. C'est une première étape importante, car la suite des opérations nécessitent la cochenille pour être complètement débarrassée de cire ce qui favorise et détermine l'éclat du produit final. La cochenille est placée dans un récipient inoxydable en acier et le solvant est versé sur elle. Quand le solvant dissout complètement la cire, il est filtré à travers un tamis . Bien que l'acétone ou l'hexane sont Les solvants usuels, d'autres types de solvants organiques peuvent être utilisées, tels que ceux pour l'extraction des huiles végétales.

La cochenille est ensuite broyée pour permettre une facile extraction de la matière colorante. Pour cela, les insectes doivent être séchés et propres. Le broyage de la cochenille produit un matériau totalement pulvérisé et en fonction du type de broyeur utilisé, il peut s'agir d'un seul passage au broyage ou deux en série. La poudre cochenille produite est utilisée comme base pour l'extraction du colorant. Différentes méthodes d'extraction sont employées. Certains utilisent des solvants et d'autres utilisent l'eau seulement. Par exemple, l'extraction à l'aide d'un mélange d'eau et d'alcool dans des proportions allant 1/1-1/1,5 (v/v) n'affecte pas le rendement de l'extrait. Cela implique de placer la cochenille blanchie dans un récipient en acier inoxydable à double enveloppe, pour ensuite ajouter le mélange de solvant et en remuant continuellement à une T de 80°C. L'extraction peut aussi être effectuée dans de l'eau chaude (100°C pendant 15 minutes), en ajoutant le carbonate de sodium comme régulateur de pH (pH 9) et en remuant constamment.

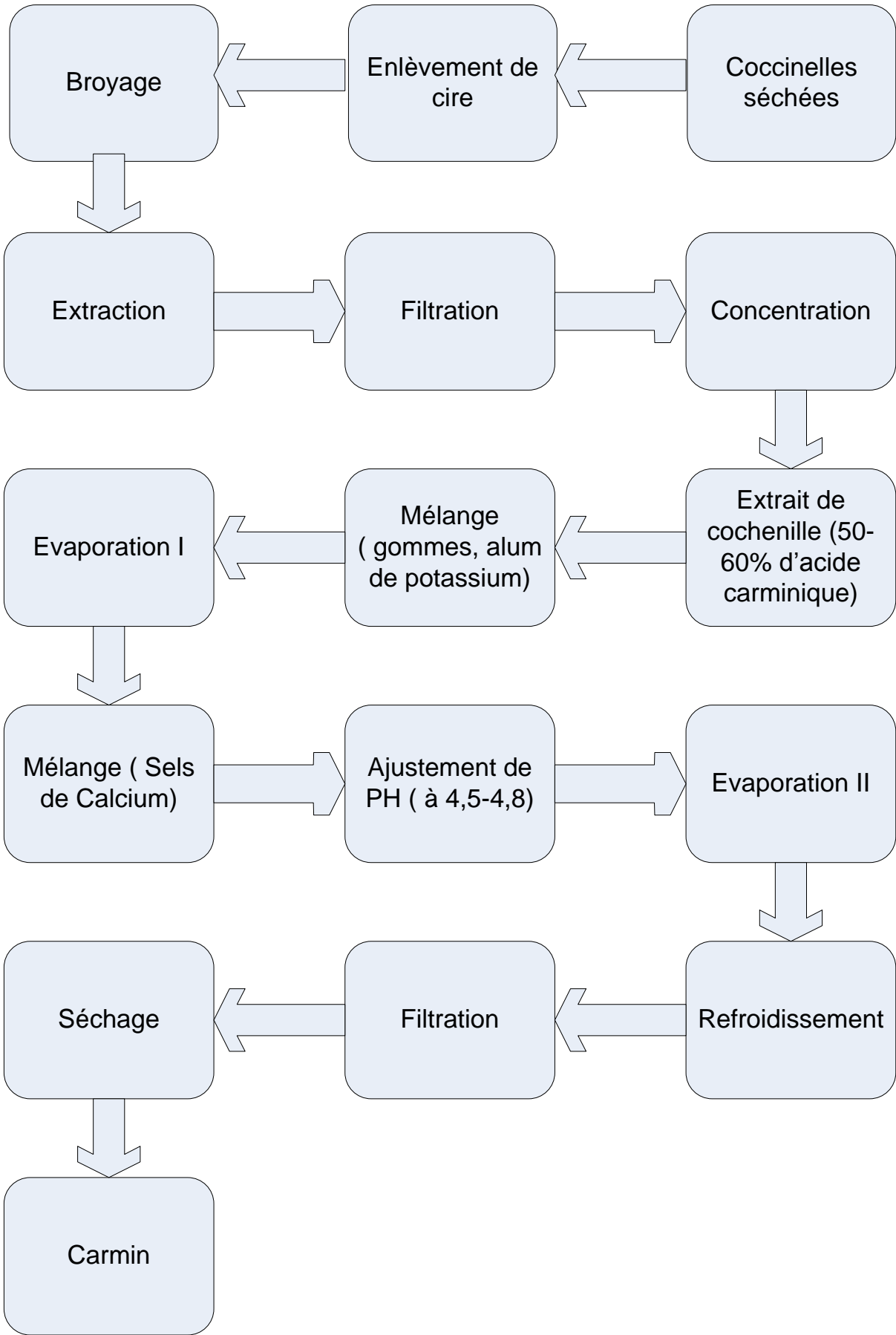
La solution résultante est d'abord passée à travers un écran afin de séparer les particules les plus grandes des insectes et une seconde fois à travers un filtre en papier par centrifugation, ou à travers un tamis à mailles fines. Puis l'extrait est concentré dans un évaporateur. A ce stade, il contient de l'acide carminique à 50-60% et atteint le stade d'un produit commercial. Divers produits peuvent être obtenus à partir de cet extrait, tel que le carmin et l'acide carminique.

Pour produire le carmin de cochenille la solution d'extrait de la cochenille subit une opération appelée lacage, constituée de précipitation du carmin avec des sels de calcium et de l'aluminium. Il s'agit d'un processus d'évaporation du mélange et la gomme végétale est dissoute dans l'eau et sel d'alun de potassium (sulfate double de potassium et d'aluminium) et mélangé dans l'extrait de cochenille et agité en permanence.

L'évaporation est réalisée en deux étapes. Dans la première étape, le mélange est bouilli dans un évaporateur à quelques sels de calcium, tels que le carbonate de calcium (CaCO_3), sont ajoutés.

L'acidité est ensuite ajustée à pH 4.5-4.8 en ajoutant de l'acétate de sodium ou de l'acide citrique. Dans la deuxième étape, la solution est concentrée. Le Chlorure de sodium est ajouté comme réactif final et le produit résultant est décanté pendant une période de 12 heures. Quand le produit est complètement refroidi, il est filtré de solution et on le sèche dans un filtre rotatif, un filtre presse ou dans une centrifugeuse. Le pigment carmin résultant a une couleur rouge intense. Il est lavé à de l'eau déionisée pour éliminer toute impureté acquises au cours de traitement. Enfin, le carmin est séché à basse température (40 °C) pour réduire la teneur en humidité et améliorer la qualité du

produit final . ce est une la que d'acide carminique plus de 60% avec une teneur en humidité comprise entre 7%et 10%.



Diag n°14 : Diagramme de Fabrication d'extrait de cochenille et de carmin

4) Les compléments alimentaires

Un certain nombre de produits naturels - capsules et comprimés de poudres de cladode , poudres pour mélange dans les boissons ainsi que d'autres formulées avec un mélange fibres de plantes - utilisées comme médicaments traditionnels (et non «additifs alimentaire»). Les formulations de ces produits sont confidentiels pour les fabricants , et seulement peuvent faire brièvement référence à la production processus impliqués. Les produits sont basés sur la fabrication de farine / poudre de cladode de figue de Barbarie comme décrite précédemment.

Élaboration et traitement : Les pratiques en matière de production de comprimés et des capsules de farine de cladode sont semblables à celles des produits pharmaceutiques. En ce qui concerne, la fabrication à petite échelle , les matières premières sont traités manuellement ou par un matériel semi-automatique pour encapsuler la poudre. En ce qui concerne les comprimés, un mélange est préparé et un agglutinant , tels que la carboxyméthylcellulose (CMC) , est ajoutée. Les ingrédients sont mélangés soigneusement et la poudre résultante est comprimée dans un équipement de formage pour acquérir au produit la forme et la taille requise pour une tablette / capsule . Ces suppléments sont vendus et consommés pour lutter contre l'obésité ou le diabète ou en vue d'augmenter la consommation de fibres, mais l'usage de ces produits peut être controversé. La base scientifique de ces médicaments doivent être claire, ce qui nécessite poursuivre les recherches pour mieux comprendre leurs actions.

5) Colorants de figue de Barbarie

Les Bétaïnes sont des pigments trouvés au niveau des fruits de figue de Barbarie de couleur rouge et violet qui sont largement utilisés dans l'industrie alimentaire. Elles sont extraites principalement de la betterave (*Beta vulgaris* L.) , d'où le nom «bétaïnes » . Ces pigments sont bien connus et acceptés. Les fruits de figue de Barbarie offrent une source alternative .

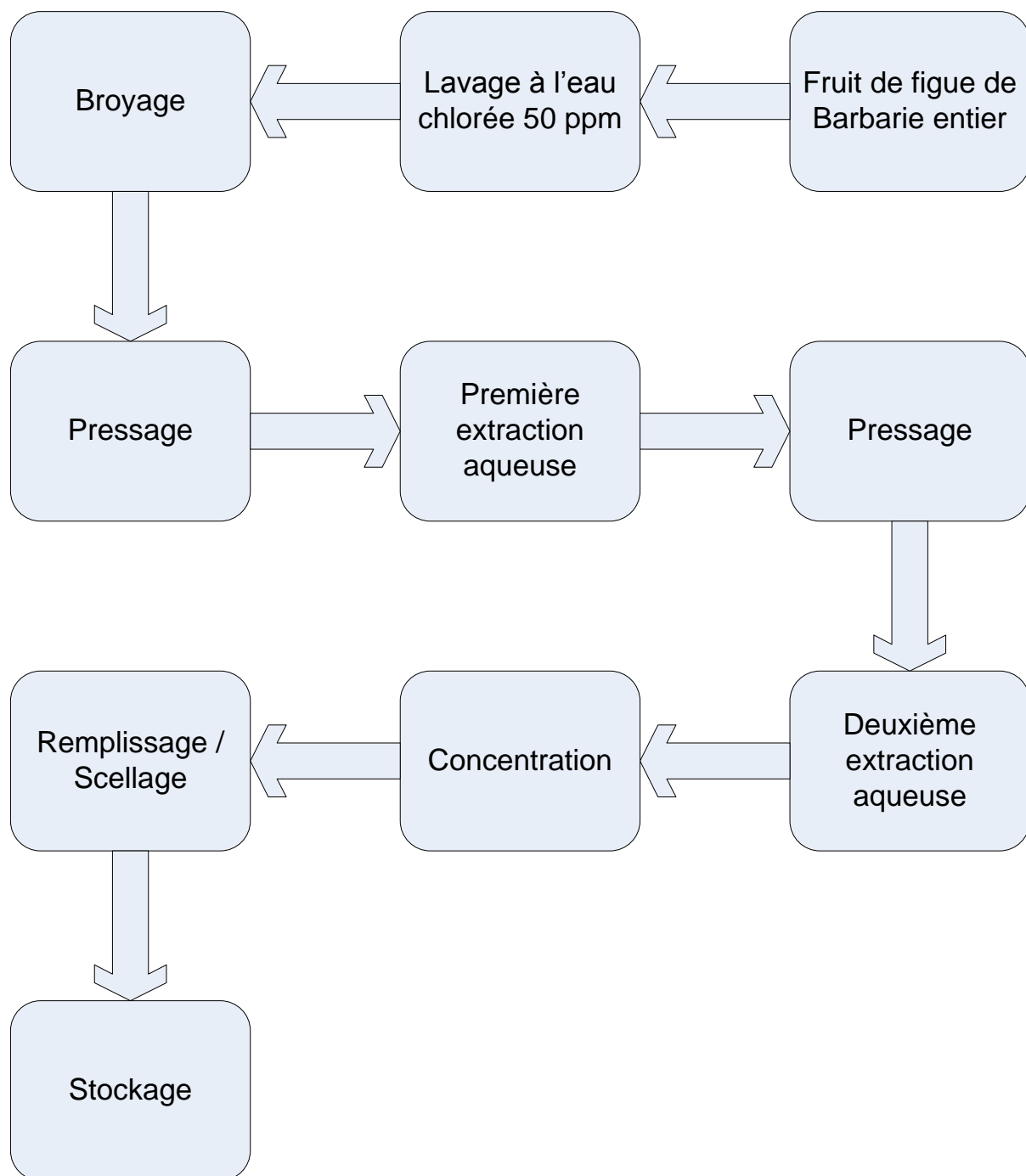
Élaboration et traitement

Le fruit est traité de la même manière que les fruits pour les jus, car les colorants sont extraits du jus concentré. Cependant, pour rendre les colorants le fruit entier est utilisé , y compris la peau. Comme la teneur en pigment de fruits et d'écorce varie largement, il est essentiel de choisir des matières premières avec la plus haute teneur en pigment . À

l'heure actuelle, il n'existe pas industries extractives de colorants de jus de fruits ou de concentrés de figue de Barbarie, et d'autres recherches sont nécessaires pour déterminer qu'elles sont les meilleures plantes, variétés et des procédés d'extraction. Le diag n°16 montre un diagramme pour l'obtention de colorant à partir du fruit entier fruits de figue de Barbarie. D'abord, les fruits sont triés à la main pour enlever les matières premières endommagées avant de les transférer à un réservoir en acier inoxydable pour le lavage par immersion dans l'eau chlorée (50 ppm). Après séchage du fruits dans le réservoir , ils sont brossées pour éliminer les épines .

Après lavage , les fruits sont mis en pulpe et / ou broyé en utilisant un équipement similaire à celui pour la préparation de jus et confitures. Enfin, la pulpe est pressée dans un extracteur pour obtenir du jus. Pour compléter l'extraction des pigments , les résidus qui restent après avoir appuyé sont placés dans un réservoir et de l'eau est ajoutée dans la proportion 1/1 en poids. La suspension de la pulpe et de l'eau est agitée pendant 30 minutes à 20-25 ° C avant d'être pressée une seconde fois en utilisant des méthodes et des équipements similaires à celles utilisées ci-dessus. Il s'agit de la première extraction aqueuse . Ces opérations sont alors répétées pour la deuxième extraction aqueuse . tout les résidus restants sont mélangés avec des résidus de la première extraction et un mélange d'eau de 75% est ajoutée ; la suspension est ensuite agitée pendant 20 minutes. Si résidus conserve toujours la couleur, une troisième extraction peut être entreprise.

Tous les extraits sont combinés dans une cuve et pompés à un concentrateur sous vide à 40 ° C afin de protéger la stabilité du pigment. Ils sont ensuite évaporés jusqu'à ce que l'extrait atteigne 60 à 65°Brix, similaire à la concentration de colorant de betterave commercial. Le rendement du colorant en proportion de la totalité fruits est de 15% , et le contenu de bétanine dépasse 120 mg /(100 g)



Diag n°15 : Diagramme de fabrication de pigments colorants à partir de fruit de figue de Barbarie Violet

6) Hydrocolloïdes (mucilage)

Mucilage ou hydrocolloïdes sont des produits à des applications médicales prometteuses . Ils peuvent être extraits à partir de raquettes et de la pelure des fruits de figue de Barbarie . Les méthodes actuellement utilisées sont complexes et coûteuses et les rendements sont faibles. Néanmoins, intérêt industriel émergent en utilisant des extraits pour le traitement de la muqueuse gastrique ainsi que dans d'autres maux de bon augure. Les méthodes d'extraction décrites ci-dessous sont basés sur l'utilisation de cladodes - la partie de la plante avec la plus haute teneur de mucilage .

Une poudre obtenue par ce procédé peut avoir le potentiel comme un agent épaississant dans la formulation alimentaire.

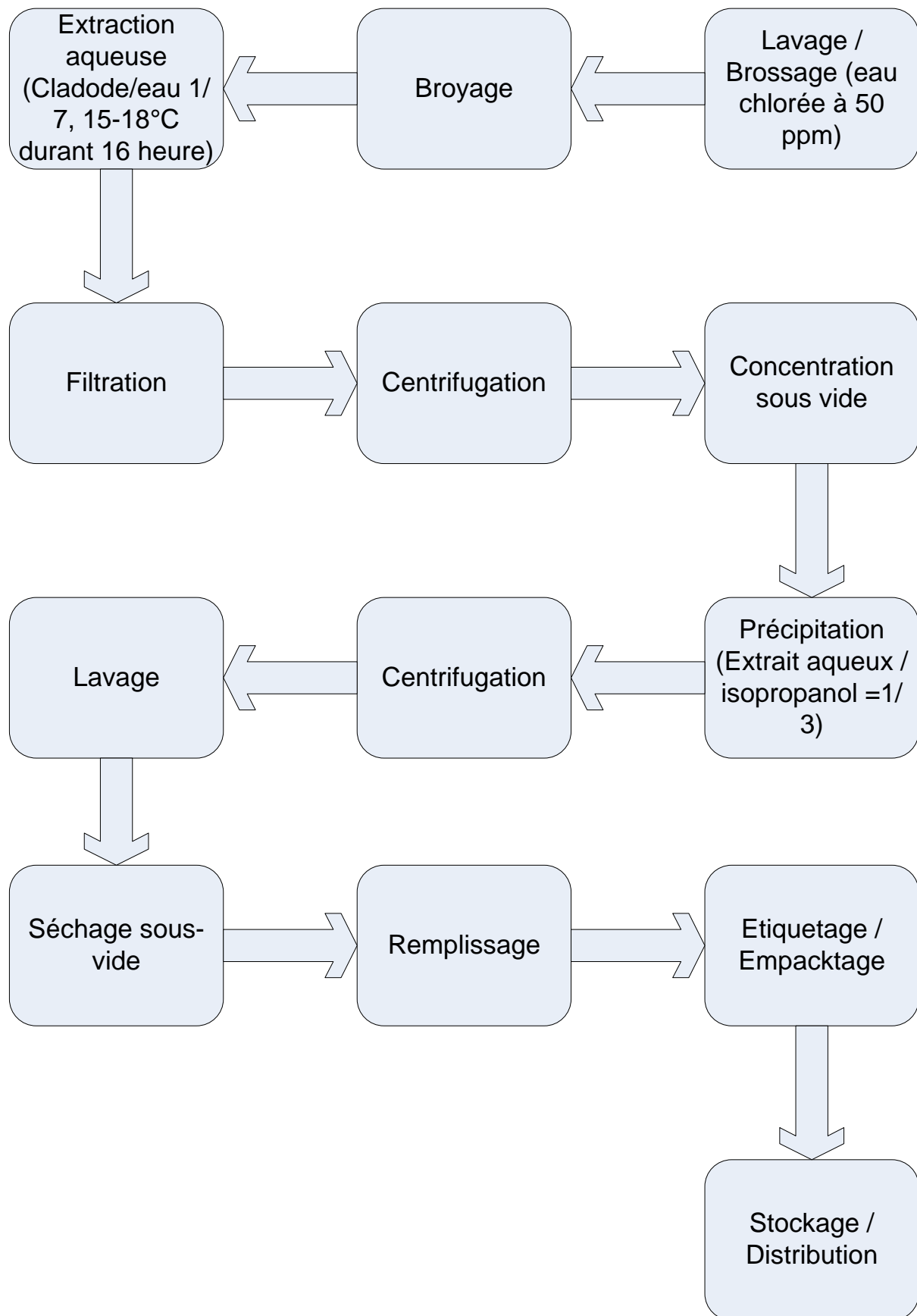
Élaboration et au traitement : Hydrocolloïdes peuvent être extraites en utilisant vieux de 2-3 ans raquettes. Les matières végétales sont lavées dans de l'eau chlorée (50 ppm) , broyée pour éliminer les épines , alors hachées et broyées avant d'être ajoutée dans une cuve dans laquelle l'eau potable est ajouté à une cladode dans un rapport à l'eau de 1/7 (p / p) à 16 à 18 ° C pendant un minimum de 16 à 20 heures .

Le matériau est ensuite passé à travers une gaze chiffon ou autre pour séparer les gros morceaux de cladode , avant d'être transféré dans un panier centrifugeuse , centrifugeuse de décantation ou similaire en vue de séparer autant que possible de mucilage des impuretés (à savoir des parois cellulaires). Le liquide surnageant est concentrée sous vide à 70°C jusqu'à ce qu'au moins un tiers du volume initial reste, suffisante pour que la quantité d'alcool utilisée dans les opérations ultérieures .

Le mucilage concentré est pompé dans une cuve dans laquelle l'alcool isopropylique ou de l'éthanol est ajouté dans un rapport extrait à l'alcool de 1/3.

Le mélange est ensuite transféré dans une centrifugeuse en vue de séparer le mucilage précipité, avant d'être lavé en faisant bouillir dans de l'isopropanol à 95 ° C, puis filtré pour séparer le mucilage à partir de l' alcool.

Le mucilage est séché à 70 °C séchoir sous vide ou une séchoir à circulation d'air forcé jusqu'à ce que sa teneur en humidité a chuté à 5-6%.



Diag n°16 : Diagramme d'extraction de mucilage à partir de cladode de figue de Barbarie



PHOTO n° 17 : Extrait de mucilage à partir de cladode de figue de Barbarie

7) Le conditionnement

Les Méthodes, matériaux et systèmes d'emballage utilisés pour un grand nombre de ces produits sont semblables à celles utilisés pour emballer des produits alimentaires . les colorants dérivés de cochenille sont emballés dans différents types de packs: les produits liquides dans des pots en plastique ou en verre , et les poudres généralement dans des bocaux en verre. Les emballages de poudres en vrac sont dans des sacs en plastique qui sont ensuite empilés à l'intérieur des boîtes en carton . Idéalement les paquets scellés doivent être stockés dans un endroit frais , sec et protégé des rayons du soleil. Dans ces conditions, ils peuvent être conservés pour de nombreux mois sans perte de qualité.

Des capsules, des comprimés et d'autres compléments alimentaires fabriqués à partir de poudre de cladode doivent être emballés conformément aux normes de sécurité et d'hygiène recommandées par l'industrie pharmaceutique nationale.

Habituellement, cela signifie que les emballages sont en verre ou en pots plastiques et ce, selon la capacité. Encore une fois, ceux-ci seront et doivent être stockés dans un endroit frais et sec. L'Emballage pour les extraits de colorants obtenus à partir de fruits d'Opuntia dépend si elles seront vendues au détail ou en gros. Les marchés de gros en général préfèrent les grands emballages et / ou en vrac des options de vente, comme que l'emballage dans des seaux en plastique opaque. les marchés de vente au détail ont besoin de petites quantités lors de la finale ensemble , comme des bocaux en verre couleur ambre pour aider à protéger le contenu de la lumière du soleil, avec la vis casquettes pour la facilité d'utilisation. Les Marchandises sur les étagères doivent être à l'abri de la lumière. L'Emballage sous vide ou sous une atmosphère d'azote est

également recommandé parce qu'il protège le pigment à partir de la perte de puissance et / ou la stabilité de la couleur.

Le Mucilage séché peut être emballé directement à partir de le sèche-linge (ayant déjà été triés par taille de particule) ou il peut être broyé à une taille uniforme. beaucoup dépend des exigences du marché et de la mesure d'agglomération et la présentation requise .

Encore une fois, les particules de mucilage sont emballés dans le meilleur plastique ou en verre , bocal scellés et entreposés à la température ambiante et dans un endroit frais et sec. Comme le marché des produits cosmétiques est généralement plus précieux , une attention particulière est nécessaire à l'emballage et présentation . Les Cosmétiques présentent une image de beauté et de soins à la clientèle , et ce devrait se refléter dans l'emballage des produits cosmétiques , que ce soit pour la peau, les cheveux ou le corps. L'emballage pour produits cosmétiques est généralement plus cher que celui des aliments, les insecticides et les produits similaires vendus sur les marchés intérieurs .

8) La Qualité

Etant donné que bon nombre des produits non alimentaires décrit plus haut sont utilisés comme intrants , les ingrédients ou des suppléments dans les industries alimentaires , les mesures de précaution sont nécessaires pour assurer la pleine conformité avec exigences de sécurité l'industrie alimentaire. Dans certains cas , par exemple lorsque produits sont utilisés comme des médicaments , la réglementation peut être plus strictes que celles qui s'appliquent aux produits alimentaires.

Dans d'autres cas, ils peuvent ne pas être aussi strictes. Les fabricants ont l'obligation de s'assurer que l'assurance la plus stricte possible de niveau de sécurité est maintenu avant l'introduction et l'incorporation des produits entrant dans la chaîne alimentaire. La qualité des produits à base de cochenille – est régi par différents organismes de réglementation dans chaque pays , comme ITINTEC au Pérou et de la FDA aux États-Unis. Tous les producteurs traditionnels maintiennent des normes de qualité pour la fabrication et l'utilisation.

Pour le carmin, la couleur dépend de la proportion d'aluminium et de calcium dans le produit final. Dans les formulations sans calcium la couleur violette et varie du rose au rouge selon que le niveau des augmentations de calcium . La Couleur aussi varie du rouge à pH < 4 à bleuâtre - rouge à pH 10 .

La couleur doit être stable lorsqu'elle est exposée aux rayons du soleil , la température et à l'oxygène . Carmine inalkalis est soluble et insoluble dans les acides. la concentration

d'acide carminique et du carmin varie de 40% à 65% , bien que la concentration de 50% est le plus souvent trouvé dans les applications commerciales.

Selon la FDA (2000) , le carmin doit répondre aux critères suivants : minimum

L'acide carminique de 50% , le plomb < 10 ppm et arsenic < 1 ppm .

L'extrait de cochenille est une solution concentrée obtenu après élimination de l'alcool à partir de la extraction hydro-alcoolique . Elle présente une bonne stabilité dans la lumière du soleil et de la résistance à l'oxydation. La Couleur varie de l'orange au rouge , en fonction du pH .

Selon les spécifications de la FDA (2000) , L'i extrait de la cochenille doit avoir les caractéristiques suivantes : un pH 5-5,5 , la teneur en acide carminique minimum de 1,8% , 5.7 à 6.3% de matières solides totales, les protéines maximale 2,2% , le plomb < 10 ppm et l'arsenic < 1 ppm .

Dans la plupart des pays , la qualité des compléments alimentaires dont les autorisations de commercialisation sont régies par la ministère de la santé. Les aliments pour la consommation humaine doivent avoir des garanties de sécurité conformes aux lois nationales . Selon le pays, les exigences nationales d'essai peuvent comprendre une série de sécurité des tests et des rapports qui doivent être entreprises avant que l'autorisation pour la vente ou l'utilisation soit accordée .

Bien que les colorants de fruits de figue de Barbarie ne sont pas entré en service commercial , le succès sera jugée sur la base de la teneur et de la sécurité pigment . Cela rend les colorants semblables à des concentrés de jus , en ce qu'ils sont définis en degrés Brix , soit le niveau de concentration du pigment.

À l'heure actuelle , il n'existe pas de normes de qualité pour les mucilages extraits des raquettes de cactus . Cependant, le niveau de pureté est actuellement reflétée dans la teneur en cendres , le type et la quantité des substances minérales, le pouvoir antioxydant , l'adhésivité et la couleur. La fin d'utilisation dictera aussi d'autres exigences importantes .

Lorsque les normes de qualité sont établis, ils sont susceptible d'être basé sur une combinaison de l'utilisation finale et de la pureté .

9) Marketing

L'approche marketing pour différents des produits de figues de Barbarie sont déterminées par les exigences des secteurs industriels concernés (par exemple des aliments , de la nourriture additifs , les matériaux de construction ou les produits cosmétiques) .

Bon nombre des exigences et / ou de considérations qui s'appliquent aux produits

alimentaires s'appliquent également aux produits non alimentaires.

L'étude de marché est une partie essentielle de la vente et aide à déterminer l'approche pour les produits concernés et d'identifier les clients et les marchés à cibler. L'étude de marché est particulièrement importante pour de nouveaux produits et / ou de nouvelles entreprises qui entrent dans un marché particulier . Des études devraient être entreprises assez souvent pour déterminer les changements qui prennent place, comme la plupart des marchés continuent d'évoluer . berger (2003) fournit les éléments nécessaires pour de telles études .

Une étude menée par Sáenz , Garrido , et Carvallo (2004b) sur les marchés ces dernières cochenille et colorants met en évidence la variabilité de la demande sur les 15 années précédentes, et les risques encourus par ceux qui n'ont pas réussi à effectuer des recherches préliminaires en conditions de marché. Le succès et la durabilité est plus certaine que pour ceux qui sont prêts à investir en temps opportun et études de marché .

10) Les aspects économiques

Les aspects économiques d'une entreprise particulière varie selon les produits fabriqués, l'efficacité de la fabrication et de la production, la distance séparant l'usine des site d'approvisionnement des matières premières et des marchés et, surtout ,les marchés disponibles et la concurrence des entreprises et la vente de produits similaires (de substitution).

L'intégration et la combinaison de la fabrication de différents produits dans le même établissement industriel fait économies d'échelle possible, en réduisant les coûts. Là des avantages alimentaire à combiner à ceux non-alimentaire, des processus au sein de la même usine , en gardant à l' esprit la nécessité de fournir et de maintenir des garanties de sécurité pour toutes les matières qui seront finalement consommés dans les aliments. La mauvaise gestion pose un risque , pour cas où des procédés chimiques utilisant des solvants dangereux et d'autres matières toxiques sont autorisés à entrer en contact avec l'équipement, les processus et / ou les produits utilisés pour la production alimentaire. Les Installations de production parallèles peuvent être pratiques où les déchets comme l'écorce , les raquettes matures et d'autres matériaux dérivés de la fabrication de farines ou épaississants sont entièrement séparés des produits tels que des colorants à base de fruits de figue de Barbarie. Ces possibilités offrent des pratiques de gestion l'installation de traitement d'une manière modulaire , utilisant le même équipement pour les différents processus à des moments différents . Cela présente des avantages en termes d'efficacité et de polyvalence et contribue à réduire les coûts d'investissement .

Les niveaux d'investissement dans l'infrastructure , de l'équipement et les entrées également varient d'une industrie à une autre (par exemple les aliments, articles non alimentaires, des produits chimiques ou de construction). En règle générale, plus un produit à fabriquer est exigeant, plus les coûts d'investissement sont élevées, par exemple , les produits chimiques peuvent exiger la fabrication à plus grande échelle avec plus de débit que celui de transformation des aliments. la même chose peut s'appliquer pour le personnel nécessaire exigeant la formation technique et managériale : plus l'industrie est exigeante, plus cher est personnel .

Les marchés déterminent toujours la viabilité commerciale ,qui est basé sur le choix des produits à être fabriqué , le succès de ceux déjà vendu sur le marché , et la différence en appel (et appel subjective) entre le nouveau produit et produits déjà disponibles. Les études de marché aident à mettre les questions de ce genre dans son contexte et de fournir les coûts comparatifs .

Il ya un certain nombre d'aspects économiques communs à toute activité productive , y compris : la distance séparant les fournisseurs d'intrants de l'usine traitement et de l'usine aux marchés de consommation ; le type et le coût du transport et les frais généraux , tels que le coût de l'acquisition du terrain où l'usine sera situé et le coût de l'équipement de traitement.

Autres frais généraux comprennent électricité, l'eau et les télécommunications.

Le travail est généralement le plus gros coût de la production industrielle, en particulier lorsque les spécialistes et des compétences spécialisées sont nécessaires. sont ils disponibles dans la zone où l'usine sera situé ? Le personnel nécessaire peut être recruté ?

L'implantation d'une installation industrielle dans une zone rurale avec matières premières abondantes présente des avantages en termes frais généraux moins élevés, la baisse des investissements dans les terres (l'acquisition des terrains) , et réduire les frais de personnel. Dans le même temps , incitations gouvernementales sont parfois disponibles pour employer des personnes locales. Les Inconvénients peuvent inclure les marchés qui sont loin de l'usine et techniciens et de gestionnaires qualifiés hésitent à se localiser dans des endroits isolés . Des choix doivent être faits

C.VI/ Production de bioénergie et des engrais de raquettes de figue de Barbarie

Les contraintes et les considérations générales permanentes concernant les ressources en eau dans les écosystèmes des régions et les zones arides se retrouvent dans l'appauvrissement de la végétation et des résidus organiques rares . Cela se traduit dans la protection des sols pauvres et leurs dégradation.

Cette dégradation affecte un grand nombre de agroproduction variables, y compris la perte de matière organique , ce qui conduit à une perte progressive de la fertilité naturelle des sols .

La conservation des matières organiques dans sol cultivé reste un défi pour les producteurs , en particulier dans les systèmes de production intensives. L'estimation des pertes annuelles des matières organiques dans un tel systèmes peuvent être aussi élevés que 0,75 à 1,25 tonnes /ha/ an. Pour compenser ces pertes , la matière organique peut être ajoutée à un taux 2-6 tonnes ha/an en vue de reconstituer les sols. Les taux d'application varient en fonction de la disponibilité des matières organiques fraîches ou stabilisés.

L'incorporation périodique des résidus organiques dans les sols est une bonne pratique d'élevage qui augmente la condition physique du sol. Il augmente la productivité et à long terme contribue à la récupération de la fertilité des sols marginaux. Toutefois , le conditionnement sols par des résidus organiques frais se révèle couteux et difficile à pratiquer , notamment en raison des grands volumes de matières qui doivent être traitées.

De plus, la stabilisation des matières organiques et leurs efficacité peuvent nécessiter beaucoup de temps. La différence entre l'application et l'utilisation des résidus frais premières, telles que les déchets des récoltes et du fumier , et les matières organiques bio –transformés, se reflète à une réponse au court terme au cours de la période d'établissement de la culture .

Le traitement des déchets solides organiques biodégradables résidus comme moyen de décontamination de et / ou le recyclage des matériaux est principalement basée sur la utilisation de micro- organismes et d'enzymes permettant de convertir le substrat de résidus organiques en valeur ajoutée les produits de la présence ou de l' absence d'oxygène.

Selon certains chercheurs, il ya deux grands groupes de bioprocédés :

Procédés aérobies , où les résidus organiques biodégradables sont dégradées par l'oxydation biochimique et les produits de dioxyde carbone de carbone et de l'eau , de l'énergie calorifique et la matière organique stabilisée. Les procédés aérobies incluent le compostage et la lombriculture (culture des vers de terre / matières organiques) .

- Les procédés Anaérobie ou les procédés de la fermentation méthanogène, où les matériaux biodégradables d'origine sont transformés par la réduction biochimique et produit un mélange de combustible gazeux appelé biogaz. Le principal des composantes de biogaz sont le méthane et le dioxyde de carbone . La Matière organique stabilisée appelé « les résultats de biofertilisants ».

Un certain nombre des facteurs environnementaux déterminent les micro-organismes responsables des activités métaboliques de ces deux processus, et ceux-ci finalement influencent les rendements finaux. Les matériaux stabilisés obtenu à partir de ces bioprocédés ont les propriétés des conditionneurs de sol et / ou des améliorants de la fertilité naturelle du sol. Les nutriments contenus dans les substances organiques sont mises à la disposition de plus en plus plantes et ce, plus rapidement que les résidus frais ou non traités.

Les types de biodigesteurs utilisés dans les installations classiques sont régies par la fréquence des premiers chargement des matériaux : un biodigesteur continue (tous les jours ou d'une manière hebdomadaire) ou un lot de biodigesteur (pas de chargement pendant le processus de fermentation). Le choix du digesteur est principalement basé sur la disponibilité des matières premières matériaux pour alimentation des digesteurs et l'approvisionnement en eau .

Ressources en eau limitées dans les régions arides en général réduisent la disponibilité des matières premières biodégradable. Le batch de biodigesteur est plus utile dans de telles situations, car il permet à des matériaux avec une haute concentration des solides totaux d' environ 50% destinée à être accumulée et traitée.

Une façon de surmonter l'inconvénient des résidus organiques limités dans les zones arides est de développer l'énergie qui sont adaptés aux conditions climatiques et édaphiques de la région. Les Plantes avec un crassulacean le métabolisme de l'acide (CAM) , comme *O. ficus-indica* L. Mill , il est recommandé comme une source d'énergie alternative, compte tenu de leur fort potentiel de la production de biomasse.

Le taux de résidus organiques de biodégradation est liée à l'activité microbienne anaérobie du système. L'activité microbienne dépend des caractéristiques des matières premières, le pH de le moyen , le niveau de matières solides totales, le procédéutilisé, la

température ainsi que d'autres paramètres qui déterminent la période de digestion nécessaires à la production de biogaz et engrais biologiques.

1) Manipulation et stockage

Des études ont montré qu'un hectare de Opuntia de cinq ans d'âge est capable de produire jusqu'à 100 tonnes de raquettes fraîches chaque année dans les zones à faible pluviométrie (150 mm ou moins). Dans certaines régions du Mexique , les populations vivants dans les zones semi –arides ont une tradition de collecte de raquettes de cactus sauvages .

Les plantations des raquettes est une pratique de management et de gestion importante en vue d'augmenter le rendement et / ou améliorer la qualité du produit final (par exemple des fruits et nopalitos) , même si cela n'a pas été fait avec Opuntias à une échelle commerciale . Des possibilités existent pour développer des pratiques culturelles en vue de servir les marchés avec des produits de meilleure qualité, avec des coûts plus élevés que cela entraînerait.

Lorsque les déchets de plantes à maturité ne sont pas nécessaires pour les nouvelles plantations ou ne pas les caractéristiques requises n'ont pas été , il peut être utilisé comme matière première pour les bovins ou des biodigesteurs , la production biogaz et engrais biologiques . Il est également possible de prévoir la production de cladode spécifiquement pour alimenter les biodigesteurs , séparément ou en combinaison avec la production. Aucune gestion particulière de l' usine n'est nécessaire; une fois coupées et hachées, raquettes matures (environ 1 an) peuvent être alimentées directement au biodigester. Bien que les raquettes soient parfois stockées pendant de courtes périodes avant leurs utilisations, il se révèle préjudiciable car la biodégradation commence immédiatement, ce qui permettra de réduire l'efficacité des réactions dans le biodigester. Si les matières premières ne peuvent pas être utilisées immédiatement en raison de la taille limite du biodigester , par exemple ,ces raquettes devraient être stockée intact à l'ombre dans un endroit frais et sec.

2) Utilisation comme Bio-combustible

Par définition , les plantes xérophi les sont bien adaptés à prospérer dans des conditions arides en accumulant et absorbant rapidement de grandes quantités d'eau pendant de breves périodes d'humidité. La forme et la structure des raquettes rendent très efficace la prévention à l'évaporation par la transpiration , donc la conservation humidité interne .

Les Raquettes fraîches sont succulentes et possèdent peu de lignification . Cependant , à mesure qu'elles vieillissent elles développent une cuticule lignifiée et de nombreux fibres, donnant la structure d'un quasi - bois comme texture. Dans cet état, les cladodes peuvent être utilisés en tant que bois de feu, comme c'est traditionnellement utilisée dans plusieurs pays d'Afrique.

3) La production de biogaz

Des expériences de production de biogaz à partir du cactus à l'Université de Faculté des Sciences Agronomiques du Chili a démontré que , quand biodigested par eux-mêmes , les raquettes ne sont pas du bon matériel méthanogène. Le Mélange cactus poire raquettes de figue de Barbarie avec du fumier dans le digesteur anaérobie à amélioré la fermentation méthanogène mais seulement lorsque le pH du mélange est maintenu neutre ou légèrement acide.

En effet, l'énergie et teneur en carbone dans les cladodes favorisent le développement de bactéries acidogènes et puis de générer le substrat nécessaire par methanobacteria, ce qui accélère le processus méthanogène et en réduisant le temps nécessaire à la fermentation.

L'efficacité de la fermentation du mélange fumier / cactus avec des proportions différentes de raquettes et du fumier animal a montré qu'il est essentiel de maintenir un pH de 6 ou plus et ce, en vue d'obtenir du biogaz avec une teneur en méthane supérieure à 60%. La composition du biogaz produit par fermentation est étroitement lié au pH de la matière première digérée. À des niveaux inférieurs à 5,5 , le biogaz Ph est essentiellement le dioxyde de carbone , ce qui réduit la combustibilité et la teneur en énergie. A l'inverse, avec un pH neutre ou basique , le biogaz riche en méthane. Il est plus facile d'obtenir une telle valeur de pH en augmentant la proportion de fumier animal dans le mélange et l'utilisation de raquettes plus d'un an . la taille particulière de la matière hachée a eu aucune différence significative effet sur l'efficacité du processus de fermentation

La technologie requise pour produire de l'éthanol est plus complexe que celle pour la production de biogaz. La fermentation alcoolique , qui à bien des égards ressemble à celle nécessaire pour la production de biogaz , doit être suivie d'une distillation afin d'obtenir du combustible. En outre, les levures ne sont pas nécessaires pour maximiser la production d'éthanol .

4) L'utilisation de résidus pour VERMICULTURE et engrais

La lombriculture est la culture des vers de terre sur des résidus organiques biodégradables qui ont été semi-compostés. Le produit final est appelé « lombricompost » ou « déjections de vers », qui peuvent être incorporés dans le sol de la même façon comme du compost ou d'engrais biologiques. En outre, les protéines animales peuvent être obtenues à partir de vers sous forme d'un repas de vers pour utilisation comme aliment pour animaux.

Les meilleures espèces de vers de terre pour la lombriculture est *Eisenia foetida* dû à son grand taux de reproduction, le développement rapide et la capacité à produire jusqu'à 40 000 vers individuels par mètre cube de matière. Physiologiquement, *E. foetida* excelle en raison de sa capacité à survivre et à s'adapter à des conditions différentes et extrêmes. La lombriculture nécessite un investissement plus élevé que le compostage parce que l'infrastructure appropriée est nécessaire pour le développement des vers, et un plus grand contrôle est requis pour assurer l'humidité des lits de vers. Les lits doivent être démarrés avec la matière organique qui a déjà été dégradée pour éviter des températures supérieures à 55 °C typique de bioprocédés aérobies. Cela signifie que les engrais biologiques décrits ci-dessus peuvent également être utilisés dans le lit de vers car le processus biodigestion permet d'éliminer les substances responsables de la fermentation à haute température.

a) Effet de bioengrais sur le développement des racines de raquettes

Les études à la station expérimentale Antumapu, appartenant à l'Université de la Faculté de Chili des sciences agronomiques, ont évalué le potentiel de biofertilisants obtenus à partir de la fermentation d'un mélange de raquettes hachés et du fumier frais des bovins. L'objectif était d'améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. Les conclusions proposées attestent que l'addition de biofertilisants augmente l'efficacité et la durabilité des systèmes de l'agriculture dans les régions arides. Les résultats des deux expériences sont présentés ici : celle entreprise et effectuée dans des pots et l'autre dans un champ ouvert.

Des expériences ont été menées sur des raquettes dans des sacs en plastique noir contenant des engrais biologiques effectués à partir d'un mélange de raquettes et de fumier, avec des séries de sols de la :

- T1 - Contrôle sans engrais biologiques.
- T2 - mélange volumétrique de 25% d'engrais biologiques et 75% de sols.
- T3 - mélange volumétrique de 50% d'engrais biologiques et de 50% de sol.

- T4 - mélange volumétrique de 75% d'engrais biologiques et 25% de sol.

Tous les traitements sont dans des sacs en polyéthylène noir (19 cm de diamètre et 50 cm de hauteur). Les résultats indiquent que les engrais biologiques accélèrent le développement des racines de cladodes et leurs germinations. Les traitements des engrais biologiques provoquent et incitent la germination 30-60 jours plus tôt que celle du témoin. La germination a eu lieu à la fin d'été et début de l'automne. Ce qui donne à la plante une plus grande surface pour la photosynthèse et d'accumuler des réserves pour mois d'hiver.

La biomasse des racines par plante était une constante de la fraction de la biomasse totale. La répartition des ressources entre les parties aériennes de la plante et les racines est similaire à celle des plantes C3 et C4, où la priorité est donnée à la répartition des hydrates de carbone à la partie aérienne, offrant un rapport de la biomasse aérienne par rapport à la biomasse de racine d'environ 6/1 après un. Dans des expériences sur champs (terrain)dans des parcelles de 6 m × 3 m , le sol a été conditionné avec différentes doses volumétriques de bio-engrais de figue de Barbarie et du fumier : à des pourcentages respectivement de 0,25% et 75%, plus un traitement de sol à l'aide de fumiers frais bovins dans une proportion volumétrique de 50%, dans le but d'évaluer les effets sur la croissance des racines et la germination des cladodes. Dans les plantations de figue de Barbarie la séquence habituelle de l'apparition des principales parties de la plante est la suivante : les premières à s'être développés sont les racines, les deuxième et troisième sont successivement les raquettes et les fruits. La croissance des racines peut être évaluée indirectement en utilisant la date de la germination des parties aériennes , ce qui prouve que les racines existent sans la nécessité de creuser les plantes jusqu'à causer la perturbation du développement du sol (et la plante) .

La figure 20 montre la capacité des engrais biologiques à accélérer la germination. Les traitements contenant les engrais biologiques ont donné des pourcentages plus élevés de germination dans les plus brefs délais, et beaucoup plus que le témoin sans engrais biologiques. bien que le fumier frais a un effet similaire que celui de l'engrais biologiques, les engrais biologiques ont été appréciés pour sa facilité de manipulation, sa plus grande stabilité et sa capacité à produire du biogaz.

b) Effet de fertilisants biologiques sur la production de la biomasse

Un deuxième avantage de biofertilisants est leur capacité à fournir des éléments nutritifs dans le sol. Dans une expérience sur le terrain dans un sol de série Santiago , différentes doses de bioengrais obtenu par fermentation d'un mélange de résidus de cladode et le fumier ont été appliquées huit mois après la plantation dans deux sillons de 20 cm profond avec des plantes de 30 cm , comme le montre le tableau 24 (García de Cortázar , Varnero et Espinoza , 2001) .

La composition chimique de l' engrais biologique est indiqué dans le tableau 25 . Les traitements étaient :

T0 – contrôle sans engrais biologiques ;

T1 - 15 tonnes d'engrais biologique / hectare;

T2 - 30 tonnes de fertilisants biologiques / hectare;

T3 - 45 tonnes de fertilisants biologiques / hectare, et

T4 - 60 tonnes de fertilisants biologiques / hectare

Des parcelles expérimentales de 2 m × 3 m ont été utilisés et 36 raquettes de figue de Barbarie ont été plantées dans chaque parcelle .

L'absorption d'azote était proportionnelle à la quantité de fertilisants biologiques appliquées et il y avait une relation linéaire entre la production de la matière sèche et de l'azote absorbé (Figure 21) .

Cependant, les nutriments ne sont pas immédiatement disponibles et qu'il était nécessaire d'incorporer les engrais biologiques tôt lorsque la demande des éléments minéraux était à son apogée (1-2 mois). C' est essentiel , surtout quand les biofertilisants avec des teneurs en éléments nutritifs plus élevés et des teneurs en matière organique inférieures ont été comparés avec d'autres engrais biologiques utilisés dans ces expériences (Pérez , 1989; Herrera , 1990; Contreras , 1993; García , 1994) . Le rapport C / N bioengrais (des engrais biologiques) était élevé en comparaison avec le rapport C / N de l'ordre de 30/1 précédemment établi pour le mélange des matériaux avec une plus forte probabilité de fixation de l'azote (Mustin , 1987; Varnero , 1991) . le principal effet attendu au cours des premières semaines après avoir intégré le bio-engrais dans le sol est la fixation de l'azote .

L'efficacité de la récupération d'engrais est liée à la relation entre l'azote appliqué et azote absorbé. En variante, il s'agit de la valeur de l'inverse de la pente de la droite de

meilleur ajustement : dans ce cas, la valeur est de 0,29 , et signifie que la culture récupéré 29% du bio-engrais appliqué.

Toutefois, en prenant en considération que les trois doses les plus élevées appliquées , l'efficacité de l'azote reprise serait de 43% (en se concentrant sur les trois doses les plus élevées réduisant les interférences causées par la haute disponibilité de l'azote initial du sol) .

Dans les plantations à faible densité et à haute densité, les chercheurs ont obtenu une réponse linéaire entre la quantité appliquée et la matière sèche produite par unité de la zone de surface , comme le montre la Figure 21 .

c) Effet des bio-engrais sur certaines propriétés physiques du sol

Dans les expériences menées sur une période de trois ans à l'Université de la Faculté Agronomique du Chili Science, engrais biologiques ne produisent pas d'importants changements dans les propriétés physiques du sol .

Cependant, en comparaison avec le traitement témoin , il n'y avait plus d'eau disponible dans le sol , l'augmentation de vitesse d' infiltration et une réduction apparente à la densité du sol . Bien que ces changements soient positifs pour le fonctionnement de la centrale , ils ne sont pas suffisamment d'ampleurs suffisantes pour expliquer les changements ai niveau du rendement , qui découlait de plus de la disponibilité des nutriments .

Des différences significatives dans les propriétés physiques de sol à la suite de incorporation des biofertilisants sera probablement vues sur le long terme (5-10 ans) dans les sols pauvres en matières organiques.

5) Aspects économiques

Le coût initial de production de biogaz en milieu rural ménages est d'environ 50 \$ US par biodigester. Ce coût est récupéré dans 9-18 mois grâce à des économies dans les coûts de carburant . Dans les zones rurales où le carburant principal est le bois, l'utilisation de biogaz réduit également les dommages (moins de déforestation et contamination de l'écosystème) et conduit à des gains de temps jusqu'à cinq heures par jour et par ménage . ce temps peut être utilisé pour d'autres tâches productives (Rutamu , 1999) . Les résidus de bio fertilisants obtenus à partir des processus de digestion contiennent des nutriments qui rendent

l'engrais précieux , ce qui réduit les dépenses sur les engrais. Selon Varnero (1991) , une tonne de bioengrais est équivalente à 40 kg d' urée , 50 kg de nitrate de potassium ou 94

kg de triple superphosphate. Les Prix internationaux des engrais varient de 150 US \$ à US \$ 250/tonne. En supposant un prix moyen de US \$ 0.20/kg d'engrais, chaque tonne de fertilisants biologiques permettrait d'économiser 38 US \$ sur le coût des engrais.

D/ LES FICHES PROJETS DE VALORISATION DE FIGUES DE BARBARIE

FICHE PROJETS N°1

Fiche N°	01
Nom du Projet	Production de purée de figue de Barbarie
Description	PRODUCTION DE PURÉE DE FIGUE DE BARBARIE
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Gamme des produits	Pulpe et purée de figue de Barbarie
Matières premières	Fruit de figue de Barbarie
Principaux fournisseurs	AXIOMA TECHNIFRUIT
Liste des équipements	1 Laveuse modèle TUW07 1 Table de broyage (1,5m x 75 cm) 1 Élévateur (4,5m x 45 cm) 1 Machine à éclater les fruits modèle TFE02 modèle TFE02 1 Dépulpeur + Affineur à deux étages modèle TSFC101 1 Pompe centrifuge avec cuve 1 Cuve tampon 1 Panneau électrique de commande et contrôle
Capacité de production	Capacité de transformation : Environ 750 kg/h en produit frais
Ressources humaines	1 Cadre 1 technicien supérieur 4 Ouvriers
Marché	La purée de figue de Barbarie est un produit semi-finis, intermédiaire dans la fabrication des autres produits.

Liste des équipements :

Désignation des prestations	Prix unitaire H.T. (EUR)	Quantité	Total H.T. (EUR)
LIGNE DE PRODUCTION DE PURÉE DE FIGUE DE BARBARIE Capacité de transformation : Environ 750 kg/h en	102 500	1	102 500

produit frais			
---------------	--	--	--

DESCRIPTION TECHNIQUE DES EQUIPEMENTS

LIGNE DE PRODUCTION DE PURÉE DE FIGUE DE BARBARIE

Capacité de transformation : de 500 à 1000 kg/h en produit frais

Laveuse modèle TUW07

- Construction entièrement réalisée en acier inoxydable AISI 304 Cr-Ni.
- Ventilateur de soufflage depuis la partie inférieure pour barbotage.
- Cuve recouverte intérieurement d'une plaque en acier inoxydable perforée.
- Élévateur de déchargement à tasseaux et tapis modulaire en PP.
- Douchettes installées au dessus de l'élévateur de déchargement.
- Courvercle et clapet à bille de vidange de cuve par débordement.
- Dimensions de la cuve: Longueur 2 m x largeur 77 cm.
- Alimentation: triphasée, 380 V, 50 Hz;
- Puissance installée totale: 1,67 kW

Table de brossage

- Construction entièrement réalisée en acier inoxydable AISI 304 Cr-Ni
- 15 rouleaux à brosses de diamètre 90 mm.
- Activation par motoréducteur
- Dispositif de douchage installé sur les rouleaux
- Cuve en acier inoxydable sous le système de rouleaux
- Dimensions: Longueur 1,5 m; Longueur des rouleaux 75 cm.
- Alimentation: triphasée, 380 V, 50 Hz
- Puissance installée totale: 0,55 kW



Élévateur

- Construction entièrement réalisée en acier inoxydable AISI 304 Cr-Ni
- Épaisseur du corps principal en tôle d'acier inoxydable de 2 mm d'épaisseur
- Tapis en PVC avec tasseaux de 40 mm de hauteur, pas de 200 mm
- Tapis activé par motoréducteur
- Dimensions: Longueur 4,5 m; largeur du tapis 45 cm.

- Alimentation: triphasée, 380 V, 50 Hz
- Puissance installée totale: 0,55 Kw



Machine à éclater les fruits modèle TFE02

- Construction réalisée en acier inoxydable AISI 304 Cr-Ni
- Deux cylindres en acier inoxydable provoquent l'éclatement des fruits lors de leur rotation
- Activation par moto-réducteur + système de courroie et poulie + mécanisme à engrenage.
- Puissance installée totale: environ 2,2 kW.



Dépulpeur + Affineur à deux étages modèle TSFC101

- Utilisation pour séparer la pulpe du fruit des fruits à noyaux et à pépins
- Étage supérieur - 'dénoyauteuse' : tamis à trous de diamètre 3 mm, muni d'un rotor avec pales en caoutchouc
- Étage inférieur – Affineur : tamis à trous de diamètre 0,8 mm, muni d'un rotor à pales en acier inoxydable
- Construction réalisée entièrement en acier inoxydable AISI 304 à l'exclusion du moteur, du dispositif d'entraînement, et des palliers de roulements à bille.
- Chaque étage est activé de manière indépendante par moteur et mécanisme à courroie et poulies.
- Interrupteur d'urgence sur chaque capot avant
- Vidange de la pâte ou matière solide au niveau de chaque capot avant
- Vidange du produit sur la partie inférieure de l'affineur



Pompe centrifuge avec cuve

Cuve tampon

- Capacité: 1000 litres
- Construction réalisée en acier inoxydable AISI 304 Cr-Ni
- Conception: cylindre et verticale
- Couvercle de trou d'homme sur le toit de la cuve
- Agitateur activé par moteur électrique situé sur le haut de la cuve
- Aérateur
- Bride de couplage pour remplissage sur le toit de la cuve
- Bride de couplage pour vidange sur le fond de la cuve
- Capteurs de niveau haut et bas



Panneau électrique de commande et contrôle

- Pour le contrôle de tous les équipements mentionnés ci-dessus.
- Munis de divers boutons et contacteurs.



FICHE PROJET N°2

Fiche N°	02
Nom du Projet	Production de confiture de figue de Barbarie
Description	LIGNE DE PRODUCTION DE CONFITURE / MARMELADE DE FIGUE DE BARBARIE
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Gamme des produits	Confiture de figue de Barbarie
Matières premières	Fruit de figue de Barbarie Purée de figue de Barbarie
Principaux fournisseurs	AXIOMA TECHNIFRUIT
Liste des équipements	En plus de la ligne de production de purée / pulpe de figue de Barbarie : Boule de concentration modèle TVPS02 Cuve de stockage modèle THT13 Tubes et raccords entre les machines <i>LIGNE DE CONDITIONNEMENT ET PASTEURISATION AUTOMATIQUE</i> Capacité pouvant atteindre de 500 à 600 litres/h en bocaux de 370 mL
Capacité de production	Capacité de transformation : Environ 750 à 1000 kg/h en produit frais
Ressources humaines	1 Cadre 1 technicien supérieur 2 Ouvriers
Marché	<ul style="list-style-type: none"> • Marché Tunisien :

	<ul style="list-style-type: none"> - Grande Surface , hypermarché - Epicerie fines - Epicerie • Marché d'Export : - Les grandes surfaces et les épicerie fines des pays européens tels que la France, la Suisse, la Russie, l'Allemagne - Les grandes surfaces des pays asiatiques tels que la Chine, le Japon , la Corée,
--	---

Liste des équipements :

Désignation des prestations	Prix unitaire H.T. (EUR)	Quantité	Total H.T. (EUR)
LIGNE DE PRODUCTION DE PURÉE DE FIGUE DE BARBARIE Capacité de transformation : Environ 750 kg/h en produit frais	102 500	1	102 500
LIGNE DE PRODUCTION DE CONFITURE Capacité de production : Selon type de produit	74 000	1	74 000
LIGNE DE CONDITIONNEMENT ET PASTEURISATION AUTOMATIQUE Capacité pouvant atteindre de 500 à 600 litres/h en bocal de 370 mL	351 000	1	351 000

			425 000
--	--	--	---------

DESCRIPTION TECHNIQUE DES EQUIPEMENTS

La production du confiture de figue de Barbarie nécessite la production de purée / pulpe du fruit moyennant les équipements cités au niveau de fiche projet N°1, la concentration des pulpes de figue de Barbarie nécessite les équipements suivants :

1/ Boule de concentration modèle TVPS02

Utilisation

- Concentration de pulpe de tomate, fruits et légumes
- Production de confiture, marmelade, molasses, gelées, sirops, certains types de jus concentrés
- Charge maximum : 1500 Litres par lot
- Quantité minimum de produit pour la vidange: 600 Litres par lot Capacité de production
- Confitures et marmelades: environ 750 à 1000 kg/h (selon durées de chargement et de vidange et type de produit)

Consommations

- Vapeur saturée: de 800 à 1000 kg/h (pression: 3 bar)
- Eau douce à 16-17 °C: de 6 à 8 m³/h
- Puissance électrique installée totale: 10,1 kW (380V, 50Hz)

Dimensions et poids (montée)

- Dimensions: Longueur 359cm, largeur 311cm, hauteur 488 cm
- Poids net: 1661 kg.

Caractéristiques techniques

- Construction réalisée entièrement en acier inoxydable AISI 304 Cr-Ni
- Racleurs en P.T.F.E.
- Moteur à racleurs: 380 V, 50 Hz, triphasé, 1,5 kW
- Moteur de pompe à vide: 380 V, 50 Hz., triphasé, 5,5 kW
- Pompe de vidange du condensat: 380 V, 50 Hz, triphasé, 3 kW
- Contrôle automatique de niveau du réservoir à condensat
- Double-enveloppe pour chauffage par vapeur sous pression
- Une soupape à vapeur, un piège à vapeur, une soupape de sécurité, un manomètre
- Deux clapets à bille de 2" pour l'admission du produit brut
- Un clapet à bille de 4" pour la vidange du produit transformé
- Un port de contrôle, un port de niveau, un port d'éclairage
- Un port de lavage du système avec valve à clapet manuelle
- Condensateur par échangeur de chaleur tubulaire
- Alimentation d'eau de 2 ½"

- Prise d'échantillon
- Manomètre à vide
- Boîtier en acier inoxydable avec armoire électrique
- Plateforme et ballustrade en acier inoxydable



2/ Cuve de stockage modèle THT13

Utilisation

- Réception et stockage de la confiture provenant de la boule de concentration
- La confiture peut être maintenue à 80-85°C et homogénéisée par un agitateur horizontal avant remplissage à chaud

Caractéristiques

- Volume d'environ 1300 litres
- Réservoir horizontal cylindrique
- Trou d'homme sur la partie supérieure
- Construction en acier inoxydable
AISI 304 Cr-Ni
- Contrôle de niveau automatique
- Deux valves de vidanges DN40 à contrôle pneumatique sur la partie inférieure au centre de la cuve pour l'alimentation homogène de la remplisseuse
- Deux hublots de contrôle
- Agitateur mélangeur horizontal actionné par moteur+variateur+réducteur avec contrôle de vitesse
- Double-enveloppe pour eau chaude (doit être remplie par eau chaude circulante à 90-95°C avant le démarrage du remplissage à chaud / cooled hot water at 90-95C in the jacket before hot-filling process)
- Agitateur activé par moteur triphasé, 380 V, 50 Hz
- Dimensions externes (Lxlxh): 260 cm x 160 cm x 160 cm
- Poids net: environ 570 kg
- Puissance installée totale: 1,1 kW

3/ LIGNE DE CONDITIONNEMENT ET PASTEURISATION AUTOMATIQUE

Capacité pouvant atteindre de 500 à 600 litres/h en bocaux de 370 mL

B.1 Table rotative pour l'alimentation et la réception des bocaux

- En entrée et et sortie de la ligne de conditionnement
- Construction en acier inoxydable AISI 304 Cr-Ni
- Diamètre 90 cm
- Activé par motoréducteur triphasé, 380 V, 50 Hz, 0,55 kW
- Guide de bocaux
- Interrupteur électrique



Convoyeur de bocaux à chaîne

- Construction en acier inoxydable AISI 304 Cr-Ni
- Longueur 3m, une piste, chaîne à palettes de 4" de largeur
- Chaîne à palette en acier inoxydable AISI 430
- Activé par motoréducteur triphasé, 380 V, 50 Hz, 0,37 kW
- Guides réglables pour bocaux de différentes dimensions



Laveuse + Stérilisateur de bocaux

- Construction en acier inoxydable AISI 304 Cr-Ni
- Longueur totale 3,5m
- Longueur du tunnel 1,5m
- Rinçage à l'eau chaude
- + stérilisation à la vapeur directe
- Renverseur de bocaux en entrée et en sortie du tunnel
- Contrôle de vitesse variable
- Alimentation des bocaux par tapis motorisé des deux côtés du tunnel
- Armoire électrique de contrôle
- Un jeu de blocs amovibles



Ligne de conditionnement automatique

- Utilisée pour le remplissage à chaud et le capsulage automatique des bocaux
- De type monoboc ou machines indépendantes selon les besoins et spécification du client
- Ajustable pour le remplissage et le capsulage de bocaux de 370 ml

Tunnel de pasteurisation + refroidissement modèle TTC1212

Utilisation

- Pour maintenir en température les bocaux/bouteilles hermétiquement fermés, après remplissage à chaud avec de la confiture ou du jus, à une température de 90-95°C
- Pour refroidir ces mêmes bocaux ou bouteilles à une température de 35-40°C

Caractéristiques techniques

- Construction réalisée en acier inoxydable AISI 304 Cr-Ni
- Dimensions du tunnel: Longueur 12 m x largeur 120 cm (approximativement)
- Dimensions totales avec convoyeurs à chaîne à palettes d'entrée et de sortie : Longueur 12,5 m x largeur 300 cm x hauteur 150+50 cm (approximativement)

Tapis principal modulaire en PP, de type 'raised rib'

- Poids net: environ 2900 kg

Fonctionnement



Fonctionnement

Le tunnel est constitué des sections décrites ci-après:

- Section de pasteurisation (Longueur 1800mm), incluant un échangeur tubulaire de chaleur externe ainsi qu'un système de contrôle automatique du chauffage, lui-même constitué de: une soupape à vapeur principale manuelle; une soupape à vapeur à contrôle pneumatique; un manomètre; une soupape de sécurité; un piège à vapeur; une sonde thermique Pt 100; un contrôleur numérique de température (P.I.D.)
- Section de pré-refroidissement (Longueur 3400mm)

- Section de refroidissement (Longueur 3400mm)
- Section de refroidissement terminale (Longueur 3400mm): refroidissement à l'eau refroidie à une température de 15 à 20 °C

FICHE PROJET N°3

Fiche N°	03
Nom du Projet	Production de Jus de figue de Barbarie
Description	LIGNE DE PRODUCTION DE JUS DE FIGUE DE BARBARIE
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Gamme des produits	Jus de figue de Barbarie
Matières premières	Fruit de figue de Barbarie Purée de figue de Barbarie
Principaux fournisseurs	AXIOMA TECHNIFRUIT
Liste des équipements	<p>-BROYEUR A FRUITS BF 55 Capacité 4200 kg / heure -Tamis inox coupant ou perforé 12 mm -Bac à pulpe polyester coté incliné 300 litres -PRESOIR A PAQUETS modèle 100 T2 Capacité 600 kg / heure -POMPE CENTRIFUGE INOX 1700 L/H 220 Volts mono -CUVES 535 LITRES PLAFOND MOBILE à fond plat inox 304 bouchonné extérieur, POLI MIROIR intérieur -PASTEURISATEUR AVEC ECHANGEUR COAXIAL EHA 18 E Capacité 200 litres de jus/h -TIREUSE GRAVITE LINEAIRE POUR TIRAGE A CHAUD - CAPSULEUSE A VIS SEMI - AUTO TDP 50</p> <p>Une autre alternative du choix des équipements pour la production de la purée de figue de Barbarie aux quels on ajoute les équipements nécessaires aux pressage et les équipements relatifs au conditionnement des jus figurant dans la fiche de projet N°2</p>
Capacité de production	Capacité de transformation : Environ 4200 kg/h en produit frais à broyer Et de 600 l/h de jus

Ressources humaines	1 Cadre 1 technicien supérieur 2 Ouvriers
Marché	<ul style="list-style-type: none"> • Marché Tunisien : <ul style="list-style-type: none"> - Les restaurants étoilés dans les centres touristiques où la clientèle est fervente de nouveautés et des produits exotiques. - Lignes nationales des transports aériens et marin - Les Grandes Surfaces • Marché d'export : <ul style="list-style-type: none"> - Les grandes surfaces et les épicerie fines des pays européens tels que la France, la Suisse, la Russie, l'Allemagne - Les grandes surfaces des pays asiatiques tels que la Chine, le Japon , la Corée, - Les hôtels, les restaurants étoilés, les grandes surfaces des pays de golfe (Arabie Saoudite, les Emirats Arabe Unis, Qatar)

EN INTEGRATION AVEC LES AUTRES PROJETS PRECEDENTS

Désignation des prestations	Prix unitaire H.T. (EUR)	Quantité	Total H.T. (EUR)
LIGNE DE PRODUCTION DE PURÉE DE FIGUE DE BARBARIE Capacité de transformation : Environ 750 kg/h en produit frais	102 500	1	102 500
PRESSOIR A PAQUETS modèle 100 T2 Capacité 600 kg /	5 100	1	5 100

heure			
POMPE CENTRIFUGE INOX 1700 L/H 220 Volts mono	540	1	540
CUVES 535 LITRES PLAFOND MOBILE à fond plat inox 304 bouchonné extérieur, POLI MIROIR intérieur	1740	5	8 700
Ensemble de tuyau et raccords	300		300
LIGNE DE CONDITIONNEMENT ET PASTEURISATION AUTOMATIQUE Capacité pouvant atteindre de 500 à 600 litres/h en bocaux de 370 mL	351 000	1	351 000
Total			468 140

Une autre alternative moyennant des équipements à moindre coût :

Désignation des prestations	Prix unitaire H.T. (EUR)	Quantité	Total H.T. (EUR)
BROYEUR A FRUITS BF 55	4 080	1	

			4 080
PRESSOIR A PAQUETS modèle 100 T2 Capacité 600 kg / heure	5 100	1	5 100
POMPE CENTRIFUGE INOX 1700 L/H 220 Volts mono	540	1	540
CUVES 535 LITRES PLAFOND MOBILE à fond plat inox 304 bouchonné extérieur, POLI MIROIR intérieur	1740	5	8 700
Ensemble de tuyau et raccords	300		300
PASTEURISATEUR AVEC ECHANGEUR COAXIAL EHA 18 E	7.900	1	7.900
TIREUSE GRAVITE LINEAIRE POUR TIRAGE A CHAUD	1.970	1	1.970
CAPSULEUSE A VIS SEMI - AUTO TDP 50	5 700	1	5 700
Total			34 290

DESCRIPTION TECHNIQUE DES EQUIPEMENTS

1 BROYEUR A FRUITS BF 55

Version inox sur pied permettant le broyage de fruits à pépins, à noyaux et
ananas, racines, noix, amandes, canne à sucre

Ouverture rapide pour lavage,

**Le broyage s'effectue par 1° couteau + 1° Disque coupant (démontable)
puis 1 Tamis inox coupant perforée diamètre au choix interchangeable,**

Tamis inox coupant perforée diamètre 9 mm compris,

Moteur **5,5 kW** 380 volts, 1400 trs / mn

Capacité **4200 kg / heure,**

Dimensions : L x l x h = 650 x 520 x 1530 mm, Poids 70 kg,

Hauteur sortie broyat : 465 mm

1 Tamis inox coupant ou perforé 12 mm

1 Bac à pulpe polyester coté incliné 300 litres



1 PRESOIR A PAQUETS modèle 100 T2

2 plateaux coulissants équipés de 2 bacs inox, de 10 claies 500x 500 mm
et 9 toiles 800x800 mm **chacun**

Claies en bois d'acacia et toiles alimentaires

Moteur 1,5 kw – 380 volts - Pression 24,7 tonnes – vanne de régulation pression

Dimensions : L x l x h = 1890 x 1210 x 1510 mm, Poids 300 kg,

Capacité **600 kg / heure**



1 POMPE CENTRIFUGE INOX 1700 L/H 220 Volts mono
sortie PRESSOIR pour pompage dans cuve

2 CUVES 535 LITRES PLAFOND MOBILE à fond plat
inox 304 bouchonné extérieur, POLI MIROIR intérieur
- diamètre 800, hauteur totale sur support inox 1650 mm
- chapeau flottant avec soupape, chambre à air, pompe et mano
- vidange totale par vanne à boule passage intégral

1 Ensemble de tuyau et raccords comprenant :

10 ML Tuyau Monoflex \varnothing 25 MM avec raccords DIN Femelle

2 ML Tuyau Vapeur sortie pasteurisateur entrée Tireuse
avec 2 raccords DIN Femelle

1 PASTEURISATEUR AVEC ECHANGEUR COAXIAL EHA 18 E

Programmation et contrôle électronique de la température d'eau,

Pompe de circulation d'eau et cuve de régulation de pression,

Echangeur inox double paroi coaxial,

Circulation eau chaude / jus inversée,

Grande facilité de nettoyage,

Avec Régulation automatique de la température produit et

Sonde de contrôle température produit en sortie,

Equipé d'une pompe d'alimentation produit gérée par variateur de fréquence,

Capacité **200** litres de jus par heure entre 76 et 80°C.

Energie électrique 380 volts - 18 kW – **32 Ampères**



1 TIREUSE GRAVITE LINEAIRE POUR TIRAGE A CHAUD

Tireuse entièrement en acier inoxydable, Cuve avec sonde de niveau,
Becs articulés diamètre 16 mm avec joints spéciaux,
Permet le traitement de différents formats de bouteilles de 0,2 à 2 litres,
Débit environ 100 litres / heure par bec,
Tireuse 4 becs



1 CAPSULEUSE A VIS SEMI - AUTO TDP 50

Tête de sertissage à 4 galets suivant diamètre des capsules,
Permet le traitement de capsules aluminium lisse avec ou sans bague de
sécurité ou système anti-goutte dimension sur bouteilles verres
Tête de sertissage interchangeable pour traitement des différents diamètres
de capsules, **1 tête par diamètre impératif**,
Maintien de la bouteille sur sellette et cale réglable suivant diamètre,
Production 500 à 800 bouteilles / heure,
Moteur 0,5 kW – Monophasé 220 V ou 380 V triphasé,

Machine avec tête 4 galets



FICHE PROJET N°4

Fiche N°	04
Nom du Projet	Production de Sirop de figue de Barbarie
Description	LIGNE DE PRODUCTION DE SIROP DE FIGUE DE BARBARIE
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Gamme des produits	Sirop de figue de Barbarie
Matières premières	Jus de figue de Barbarie
Principaux fournisseurs	AXIOMA TECHNIFRUIT
Liste des équipements	Ligne de production de Purée de Figue de Barbarie Unité de concentration de pulpe en sirop et mélasse composée de 3 boules de concentration + pompes de transfert et tuyauterie. Capacité de production 50 kg/j de mélasse ou sirop

	<p>3 Tank tampon 500 L avec réglage de température et agitation</p> <p>Unité de conditionnement automatique de sirop et mélasses appareillage spécial pour produits visqueux (500 pots/h)</p> <p>2 Pompes de transfert pour produits visqueux</p>
Capacité de production	Capacité de transformation : Environ 4200 kg/h en produit frais à broyer Et de 600 l/h de jus
Ressources humaines	<p>1 Cadre</p> <p>1 technicien supérieur</p> <p>2 Ouvriers</p>
Marché	<ul style="list-style-type: none"> • Marché Tunisien : <ul style="list-style-type: none"> - Les restaurants étoilés dans les centres touristiques où la clientèle est fervente de nouveautés et des produits exotiques. - Traiteur, pâtisseries (Sirop de figue de Barbarie à utiliser dans les formulations des gâteaux) - Lignes nationales des transports aériens et marin - Les Grandes Surfaces • Marché d'export : <ul style="list-style-type: none"> - Les restaurants étoilés dans les centres touristiques où la clientèle est fervente de nouveautés et des produits exotiques. - Traiteur, pâtisseries (Sirop de figue de Barbarie à utiliser dans les formulations des gâteaux) - Les grandes surfaces et les épicerie fines des pays européens tels que la France, la Suisse, la Russie, l'Allemagne - Les grandes surfaces des pays asiatiques tels que la Chine, le Japon , la Corée, - Les hôtels, les restaurants étoilés, les grandes surfaces des pays de golfe (Arabie Saoudite, les Emirats Arabe Unis, Qatar)

--	--

DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS

1/ Boule de concentration modèle TVPS02

Utilisation

- Concentration de pulpe de fruits et légumes
- Production de confiture, marmelade, molasses, gelées, sirops, certains types de jus concentrés
- Charge maximum: 1500 Litres par lot
- Quantité minimum de produit pour la vidange: 600 Litres par lot Capacité de production
- Confitures et marmelades: environ 750 à 1000 kg/h (selon durées de chargement et de vidange et type de produit)



Ligne de conditionnement automatique

- Utilisée pour le remplissage à chaud et le capsulage automatique des bocaux
- De type monoboc ou machines indépendantes selon les besoins et spécification du client
- Ajustable pour le remplissage et le capsulage de bocaux de 370 ml

Tunnel de pasteurisation + refroidissement modèle TTC1212

Utilisation

- Pour maintenir en température les bocaux/bouteilles hermétiquement fermés, après remplissage à chaud avec de la confiture ou du jus, à une température de 90-95°C
- Pour refroidir ces mêmes bocaux ou bouteilles à une température de 35-40°C

Caractéristiques techniques

- Construction réalisée en acier inoxydable AISI 304 Cr-Ni
- Dimensions du tunnel: Longueur 12 m x largeur 120 cm (approximativement)
- Dimensions totales avec convoyeurs à chaîne à palettes d'entrée et de sortie : Longueur 12,5 m x largeur 300 cm x hauteur 150+50 cm (approximativement)

Tapis principal modulaire en PP, de type 'raised rib'

- Poids net: environ 2900 kg

Fonctionnement



Fonctionnement

Le tunnel est constitué des sections décrites ci-après:

- Section de pasteurisation (Longueur 1800mm), incluant un échangeur tubulaire de chaleur externe ainsi qu'un système de contrôle automatique du chauffage, lui-même constitué de: une soupape à vapeur principale manuelle; une soupape à vapeur à contrôle pneumatique; un manomètre; une soupape de sécurité; un piège à vapeur; une sonde thermique Pt 100; un contrôleur numérique de température (P.I.D.)
- Section de pré-refroidissement (Longueur 3400mm)
- Section de refroidissement (Longueur 3400mm)
- Section de refroidissement terminale (Longueur 3400mm) : refroidissement à l'eau refroidie à une température de 15 à 20 °C

FICHE PROJET N°5

Fiche N°	05
Nom du Projet	Production de Melasse de figue de Barbarie
Description	LIGNE DE PRODUCTION DE MELASSE DE FIGUE DE BARBARIE
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Gamme des produits	Melasse de figue de Barbarie
Matières premières	Jus de figue de Barbarie
Principaux fournisseurs	AXIOMA TECHNIFRUIT
Liste des équipements	Les équipements nécessaires à la production de Jus de figue de Barbarie (voir Fiche projet N°3) auxquels on ajoute la boule de concentration (fiche projet N°2) et la tireuse et l'encapsuleuse (fiche projet N°3) ou la ligne de conditionnement automatique et le tunnel de pasteurisation LIGNE DE PRODUCTION

	<p>DE PURÉE DE FIGUE DE BARBARIE</p> <p>Unité de concentration de pulpe en sirop et mélasse composée de 3 boules de concentration + pompes de transfert et tuyauterie. Capacité de production 50 kg/j de mélasse ou sirop</p> <p>3 Tank tampon 500 L avec réglage de température et agitation</p> <p>Unité de conditionnement automatique de sirop et mélasses appareillage spécial pour produits visqueux (500 pots/h)</p> <p>2 Pompes de tranfert pour produits visqueux</p>
Capacité de production	<p>Capacité de transformation : Environ 4200 kg/h en produit frais à broyer Et de 600 l/h de jus</p>
Ressources humaines	<p>1 Cadre 1 technicien supérieur 2 Ouvriers</p>
Marché	<ul style="list-style-type: none"> • Marché Tunisien : <ul style="list-style-type: none"> - Produit destiné aux industries agro-alimentaires (à utiliser en tant qu'additif dans les formulations des produits alimentaires tels que les glaces/ sorbets, yaourts, - Traiteur, pâtisseries (Sirop de figue de Barbarie à utiliser dans les formulations des gâteaux) • Marché d'export : <ul style="list-style-type: none"> - Produit destiné aux professionnels des industries agro-alimentaires (à utiliser en tant qu'additif dans les formulations des produits alimentaires tels que les glaces/ sorbets, yaourts, - Traiteurs, pâtisseries (Sirop de figue de Barbarie à utiliser dans les formulations des gâteaux)

Liste des équipements pour les deux projets n°4 et 5

Désignation des prestations	Prix unitaire H.T. (EUR)	Quantité	Total H.T. (EUR)
LIGNE DE PRODUCTION DE PURÉE DE FIGUE DE BARBARIE Capacité de transformation : Environ 750 kg/h en produit frais	102 500	1	102 500
Unité de concentration de pulpe en sirop et mélasse composée de 3 boules de concentration + pompes de transfert et tuyauterie. Capacité de production 50 kg/j de mélasse ou sirop	173 825	1	173 825
3 Tank tampon 500 L avec réglage de température et agitation	19 523		58 569
Unité de conditionnement automatique de sirop et mélasses appareillage spécial pour produits visqueux (500 pots/h)	50 000	1	50 000
2 Pompes de tranfert pour produits visqueux	7 403	2	14 806
Total			399 700

FICHE PROJET N°6

Fiche N°	06
Nom du Projet	Production de Vinaigre de figue de Barbarie
Description	LIGNE DE PRODUCTION DE VINAIGRE DE FIGUE DE BARBARIE
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Gamme des produits	Vinaigre de figue de Barbarie
Matières premières	Jus de figue de Barbarie
Principaux fournisseurs	AXIOMA TECHNIFRUIT
Liste des équipements	<p>Les équipements nécessaires à la production de Jus de figue de Barbarie (voir Fiche projet N°3) auxquels on ajoute :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un décanteur centrifuge horizontal permettant d'obtenir un jus clair • 3 cuves distinctes pour la fermentation alcoolique automatique de 1000 litre de capacité chacune • 1 cuve unique de grandes dimensions de 3000 litres de capacité pour la fermentation acétique automatique • 1 filtre à plaques pour filtration du vinaigre • Tireuse • Encapsuleuse
Capacité de production	Capacité de transformation : Environ 1000 l de vinaigre
Ressources humaines	1 Cadre 1 technicien supérieur 2 Ouvriers
Marché	<ul style="list-style-type: none"> • Marché Tunisien : - Les Grandes Surfaces, les épiceries

	<ul style="list-style-type: none">- Les restaurants étoilés dans les centres touristiques où la clientèle est fervente de nouveautés et des produits exotiques.• Marché d'export :<ul style="list-style-type: none">- Les grandes surfaces et les épiceries fines des pays européens tels que la France, la Suisse, la Russie, l'Allemagne- Les grandes surfaces des pays asiatiques tels que la Chine, le Japon , la Corée,- Les grandes surfaces des pays de golfe (Arabie Saoudite, les Emirats Arabe Unis, Qatar)
--	---

DESCRIPTION DU PROCESS ET DES EQUIPEMENTS

Ligne de production de vinaigre de fruits

L'installation proposée permet de traiter les fruits afin d'en extraire le jus, qui est ensuite clarifiée avant d'être soumis à une fermentation en deux étapes : fermentation alcoolique dans un premier temps, afin de convertir le sucre en alcool, puis fermentation acétique dans une seconde étape, afin de convertir l'alcool en acide acétique.

Bien entendu, on peut produire le vinaigre sans passer par la phase préliminaire en effectuant directement la fermentation acétique de liquides spiritueux tels que le vin, ou même de l'alcool pur dilué.

Vinaigrerie moderne automatisée

La production de vinaigre se fait en plusieurs étapes :

- tout d'abord, le traitement des fruits par broyage et affinage afin d'en extraire le jus
- filtration mécanique du jus à l'aide d'un décanteur centrifuge horizontal permettant d'obtenir un jus clair
- fermentation alcoolique automatique dans 3 cuves distinctes
- fermentation acétique automatique dans une cuve unique de grandes dimensions
- filtration du vinaigre à l'aide d'un filtre à plaques

Cette ligne est prévue pour traiter 300 kg de figues de barbarie (ou autres fruits) par heure, avec récupération des graines en option. Le contenu en jus des figues étant de 20% au maximum une fois que l'on a éliminé les fibres, les pépins ainsi que la pulpe, on obtiendra typiquement environ 500 litres de jus à 10° Brix par jour.

Cuves de fermentation alcoolique

Les 3 cuves de fermentation alcoolique, d'une capacité unitaire de 1000 litres chacune (voire éventuellement de 1200 ou 1400 litres), sont prévues pour un remplissage par moitié des cuves, soit environ 500 litres de jus par jour dans le cas d'une contenance de 1000 litres. Lorsque la cuve est pleine on prélève donc, une fois la fermentation alcoolique achevée, la moitié de sa contenance pour la transférer vers la cuve de fermentation acétique, et on conserve toujours une moitié de la contenance de la cuve en vin de fruit, ceci afin d'entretenir la fermentation du jus frais que l'on ajoute pour remplir à nouveau la cuve. Le taux d'alcool dans le jus fermenté doit être de 10° au maximum, il faut donc au préalable diluer le jus de fruit si son degré Brix est trop élevé, ce que l'on réalise à l'aide d'un débitmètre intégré à l'installation.

La teneur en alcool du vin de fruit formé n'est pas non plus forcément identique au degré Brix du jus employé au départ.

La fermentation ne doit pas non plus être totale, car si l'on prélève un jus partiellement fermenté et présentant un contenu résiduel en sucre, on conserve également des arômes de fruits permettant d'obtenir des vinaigres doux et aromatisés.

Cuve de fermentation acétique



La cuve de fermentation acétique doit avoir une contenance environ triple de celle des 3 cuves de fermentation lactique. Elle est donc de 3000 litres si les cuves de fermentation alcoolique font 1000 litres.

Ce réservoir est adapté à la bio-oxydation des liquides spiritueux alimentaires contenant un taux d'alcool de 10° au maximum. Son fonctionnement est semi-continu, avec boutons

pression, et fonctionnement automatique sauf en cas de prise de contrôle manuel du procédé.

Le réservoir est équipé d'un ensemble de dispositifs garantissant la maîtrise du procédé de fermentation:

- Réservoir en acier inox AISI 316, avec fond bombé de forte épaisseur, sur pieds, avec des plaques intérieures pour l'échange de chaleur par fluide réfrigérant;
- Soupape motorisée pour interception du liquide de refroidissement;
- Souffleur centrifuge immergé dans le liquide avec régulation de la quantité d'air extérieur aspiré;
- Pompe de chargement;
- Pompe de déchargement;
- Trop plein, indicateur de niveau;
- Soupapes de charge et déchargement avec prise d'échantillon
- Tableau électrique de contrôle avec les fonctions suivantes:
 - Contrôle automatique de la température de fermentation ;
 - Temporisation automatique du chargement du liquide à traiter ;
 - Déchargement temporisé du produit fermenté.

La fermentation acétique, un processus très délicat

La production de vinaigre est un procédé très sensible, car une simple dérive des paramètres peut conduire à perdre en une demi-heure le travail de tout un mois consistant à former la mère de vinaigre permettant d'entretenir le processus de fermentation acétique. En cas de destruction de la mère, on obtient alors une fermentation lactique plutôt qu'acétique.

Il est requis de faire appel à des contrôles automatiques précis du procédé afin d'obtenir une maîtrise parfaite de la durée et de la température de fermentation, cette dernière étant d'environ 30°C. Pour cette raison, on ajoute un groupe monobloc de production d'eau froide pour la régulation de la température interne de la cuve. Il est aussi recommandé d'installer un groupe électrogène permettant de sursoir aux éventuelles coupures électriques.

La fermentation acétique est entretenue par un soufflage d'air à l'aide d'un aérateur externe introduisant l'air à 1/3 de la hauteur en partant du bas par le biais d'un souffleur centrifuge immergé.

La mère de vinaigre tend à se déposer sur le fond conique. Il ne faut donc pas vidanger la cuve pour maintenir la fermentation active. Par conséquent, on soutire chaque jour une fraction du vinaigre, après avoir arrêté l'aérateur, à l'aide d'une valve positionnée au dessus du fonds de la cuve où se dépose la mère de vinaigre. Avant de rajouter le jus alcoolisé, on doit donc soutirer une quantité équivalente de vinaigre, soit environ de 400 à 500 litres par jour.

Filtration et conditionnement

La pompe de déchargement de la cuve permet d'alimenter le filtre à plaque, en sortie duquel le vinaigre clarifié peut être directement collecté en fûts ou bidons. Si nécessaire, une remplisseuse spécialement adaptée pour le vinaigre peut être adjointe à l'installation

FICHE PROJET N°7

Fiche N°	07
Nom du Projet	Production d'huile des graines de figue de Barbarie
Description	LIGNE DE PRODUCTION DE SIROP DE FIGUE DE BARBARIE
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Gamme des produits	Huile de graine de figue de Barbarie
Matières premières	Fruit de figue de Barbarie
Principaux fournisseurs	AXIOMA
Liste des équipements	<ul style="list-style-type: none"> - Tamis automatique Capacité environ 100 à 150 kg de pulpe par heure. - Sécheur à froid par air déshydraté avec 6 paniers. Capacité environ 40kg de graines par cycle de 8 à 12h. - Condenseur avec récupérateur inox. Pour l'eau de végétation évaporée. - Presse à vis mono-tête avec 1 vis et 1 tamis pour graines dures et 1 courroie crantée supplémentaire. Capacité 5 kg de graines par heure environ. - Bidon inox bord interne lisse de 15 L avec Trepied - Filtre-pressé à cellule 10 plaques 20x20 mm à filtre lavable et réutilisable. - Remplisseuse à bec inox avec kit d'adaptation pour mignonnettes
Capacité de production	Capacité de transformation : Environ 40 kg/h de graines à broyer
Ressources humaines	1 Cadre 1 technicien supérieur 2 Ouvriers
Marché	L'huile de graine de figue de Barbarie est utilisée par les professionnels dans les industries pharmaceutiques, cosmétiques aussi bien dans les marchés locaux et d'export.

DESCRIPTION TECHNIQUE DES EQUIPEMENTS

PRODUCTION DE L'HUILE DE FIGUE DE BARBARIE

Selon la variété et la maturité du fruit, la période de récolte, le climat et le terroir, les figues de barbarie contiennent environ 50% de jus et de 3 à 4% de graines. Les graines contiennent de 5 à 7% d'une huile rare et précieuse, qu'il est possible d'extraire pour moitié environ par pressage à froid, ce qui conduit à un rendement en huile d'environ 3% par rapport au poids des graines. Il faut donc traiter environ 800 kg de figues pour obtenir 1 litre d'huile, un chiffre toutefois variable en fonction des paramètres précités mais aussi de la performance des équipements mis en œuvre et du traitement réservé aux graines.

L'extraction de l'huile des graines de figue peut être mise en place à moindre coût avec un tamis mécanique pour séparer les graines de la pulpe et une presse à vis mono-tête, les autres matériels proposés étant optionnels.

Le procédé de traitement suivant permet de traiter environ 200 kg de figues par heure:

- lavage des figues au Karscher dans des bassines et égouttage
- épluchage manuel des figues
- passage de la pulpe au tamis mécanique pour séparer la pulpe et les graines
- changement de tamis et lavage des graines avec de l'eau par second passage au tamis
- séchage naturel au soleil, en étuve ou séchoir
- pressage des graines et extraction de l'huile
- décantation naturelle de l'huile; filtration éventuelle par filtre presse
- conditionnement

Ce procédé présente l'avantage de fournir une pulpe de figue de barbarie pouvant être valorisée pour la production du jus, confiture, nectar.

TAMIS MÉCANIQUE

TAMIS AUTOMATIQUE 100-150 KG/H

Caractéristiques

Machine polyvalente permettant à elle seule la production de jus et pulpes de fruits, mousses de légumes, fonds de sauces, bisques et soupes de poissons, etc... par séparation des parties solides telles que les fibres, les pépins, les noyaux, les morceaux de carapaces, de la phase liquide.

Conception simple et robuste entièrement en inox pour une plus grande souplesse d'utilisation et un nettoyage facilité. Introduction des produits en continu permettant un gain de temps considérable. Toutes les pièces en contact avec les produits traités se démontent facilement et se nettoient en lave batterie.



Séparation de la pulpe et des graines

Grace au tamis automatique propose, on peut traiter efficacement 100 kg de pulpe de figue par heure, soit environ 1 tonne sur une journée de travail de 8 a 10 heures. Apres changement

du tamis, on repasse les graines melangees avec de l'eau pour les laver et obtenir ainsi des graines parfaitement nettoyees. Ce second passage des graines, plus rapide, est effectuee en dehors du temps de travail journalier d'epluchage des figues.

SÉCHOIR POUR PRODUITS VÉGÉTAUX

SÉCHOIR À AIR FROID DÉSHYDRATÉ

Principe de séchage

Le sechoir a froid utilise le principe physique de la deshumidification a flux constant de l'air en atmosphere hermetique pour la deshydratation de l'air et d'une section qui ramene sa temperature a 35-40°C en laissant une humidite residuelle infime. L'air sec et froid arrive par le bas dans l'espace de chargement qui accueille le produit a secher dispose dans des tiroirs superposes. Par ce principe, on peut extraire efficacement l'humidite contenue dans les produits vegetaux sans aucune contrainte thermique. Les produits traites ne subissent par consequent aucune degradation lorsqu'ils sont penetres par l'air froid, qui ressort charge d'humidite. L'air humide atteint ensuite le condenseur ou l'humidite est condensee en eau de vegetation.

Avantages du séchage à froid

Cette technologie presente deux atouts majeurs: Le premier est que la nature microbiologique du produit seche est inchangee par rapport au produit frais et humide; Le second tient a la possibilite de recuperer l'eau de vegetation extraite du produit contenant les aromes du produit d'origine, et pouvant etre valorises dans la production de produits naturels alimentaires, cosmetiques et pharmacologiques.

Caractéristiques

L'ensemble des equipements prend place dans une armoire robuste et silencieuse, ce qui comprend le circuit de refroidissement. Le modele de laboratoire/petite production a une capacite en herbes fraiches de 25 kg et en fruits de 40 kg environ.



Données techniques

- Capacité de chargement : 40-50 kg de graines de figues environ
- Dimensions externes : 900(l) x 660(P) x 1150(h) mm
- Fournis avec 6 caissettes de dimensions : 600 x 400 x 70(h) mm
- Alimentation électrique : Monophasée
- Puissance installée : 1,2 kWh (240 V / 50 Hz)
- Consommation électrique : 0,7 kWh
- Température maximum : 35-40°C
- Capacité d'évaporation : 1 litre par heure / 28 litres en 24 h environ (suite à la mise en route)
- Économies d'énergie : plus de 70% / sechoir professionnel traditionnel

Importance d'un séchage maîtrisé des graines

La maîtrise de l'extraction de l'huile fait appel au savoir faire de l'exploitant, notamment pour ce qui concerne le séchage des graines. Le taux d'humidité des graines est de l'ordre de 30%

lorsque celles-ci sont fraîchement extraites du fruit. Afin d'optimiser le rendement d'extraction, il convient de réduire leur taux d'humidité à environ 15%. Des graines trop sèches et trop

dures ne donneront aucune huile lors du pressage, ce qui pourra le cas échéant être mis sur le compte des équipements, et notamment de la performance de la presse. Des essais de séchage sur les graines permettront d'optimiser la durée et les conditions de séchage afin d'optimiser l'extraction de l'huile. Une fois ces paramètres définis, il convient aussi de procéder au séchage des graines dans de bonnes conditions de reproductibilité.

Méthodes de séchage conventionnelles

Traditionnellement, les graines sont séchées par exposition solaire sur des baches posées à même le sol, ce qui n'est pas une solution idéale du point de vue de la reproductibilité, ni pour ce qui concerne les conditions d'hygiène compte-tenu des risques multiples de contamination.

L'utilisation d'un four de séchage traditionnel peut d'autre part faire courir le risque d'une dégradation de l'huile contenue dans les graines en raison d'une température excessive.

Une solution innovante pour préserver la qualité de l'huile

Le sechoir à air froid déshydraté est une solution innovante que nous préconisons pour le séchage des graines de figue de barbarie, car il permet de préserver toutes les propriétés des graines et de l'huile précieuse qu'elles contiennent. Lors du traitement d'une tonne de figues, on obtient environ 35 kg de graines fraîches. Grâce à ce modèle de sechoir à froid, et dans l'hypothèse du traitement de deux tonnes de figues par jour, il est possible de sécher l'ensemble de la production journalière, soit environ 70 kg, en deux cycles journaliers de séchage sur 24 heures.

PRESSE A VIS POUR L'EXTRACTION DES HUILES OLÉAGINEUSES

PRESSE SPÉCIALE POUR GRAINES DURES

La presse mono-tête que nous proposons est équipée d'un dispositif de préchauffage de la tête, d'une goulotte d'écoulement en acier inoxydable, et d'une armoire électrique prête pour branchement.

Pour le pressage de graines très dures, la presse est dotée d'un moteur surpuissant procurant plus de puissance d'entraînement.

VIS SPÉCIALE

Pour le pressage de graines dures telles que les graines de rose ou de figue de barbarie.

TAMIS SPÉCIAL POUR GRAINES DURES

Pour le pressage de graines dures telles que les graines de rose ou de figue de barbarie.

COURROIE CRANTÉE DE SÉCURITÉ

Courroie de securite supplementaire.

Données techniques

- Puissance du moteur : 3 kWh
- Alimentation électrique : 230/400V
- Vitesse de vis : 15-70 tours par minute
- Dimensions (L x l x H) : 480 x 480 x 620 mm
- Poids : 120 kg environ
- Capacité de pressage : 5 kg de graines de figue de barbarie par heure environ

Pressage des graines de figue de barbarie

Lors du traitement d'une tonne de figues, on obtient environ 35 kg de graines fraîches, ce qui correspond après séchage à environ 30 kg de graines sèches. Les graines de la figue de barbarie sont assez dures et difficiles à presser en raison d'un taux d'huile très faible de 5 à 7%, pouvant être extraite pour moitié environ à l'aide de la presse à vis spéciale que nous préconisons. La capacité de pressage étant limitée par la dureté des graines, cette presse mono-tête est donc en principe suffisante pour la plupart des situations, puisqu'elle peut presser en 12 heures environ 60 kg de graines, soit la quantité issue du traitement de **2 tonnes de figues fraîches** après séchage, ce qui permet l'obtention d'environ 2,5 litres d'huile.

BIDON EN ACIER INOXYDABLE

Bidons en acier inoxydable sans serti



Caractéristiques

Recipients métalliques soudés en acier inoxydable 304, à bords intérieurs lisses sans rétention. Ces bidons, d'une contenance de 5 L, 10 L ou 15 L, sont munis d'un robinet en acier inox 3/8 et d'un couvercle vissant jointé, et peuvent également être fournis avec un trépied métallique de support.

Données techniques

- Contenance: 5 L, 10 L, 15 L
- Construction: Acier inoxydable AISI 304
- Couvercle vissant jointe
- Robinet 3/8 en acier inox

Stockage de l'huile de graines de figue de barbarie

L'huile en attente de filtration doit être conservée à l'abri de la lumière, dans des récipients imperméables et incassables (car il serait dommage de gaspiller une huile aussi précieuse), tout en évitant les risques de contamination par des additifs contenus dans des matières plastiques par exemple, ou par la rouille et les dépôts pouvant se former sur le serti de bidons métalliques standard. En cas de remplissage partiel, on veillera à remplacer l'air de l'intérieur du bidon par un manteau de gaz inerte tel que de l'azote ou de l'argon afin d'éviter l'oxydation de l'huile.

FILTRE PRESSE

Filtre-presse à cellules à filtres en tissus lavables et réutilisables

Caractéristiques

Aucune perte de produit, aucun matériau consommable, aucun risque de contamination par le papier filtre. Les filtres en tissus sont lavables et réutilisables. Le filtre peut fonctionner avec un nombre de plaques variable en fonction des besoins, de 1 à 10 plaques. Chaque cellule contient 0,6 L de produit à filtrer. Avec 10 cellules installées, la capacité de remplissage est de 6 Litres. Le filtre est rempli en continu à l'aide de la pompe fournie. Dans le cas d'un produit contenant 5% de contaminant solide, il faut filtrer 120 litres de produit pour remplir complètement l'ensemble des cellules avec le gâteau de filtration (120 litres x 5% = 6 litres). Celui-ci peut être recyclé pour en extraire l'huile résiduelle.

Données techniques

- Nombre de plaques: 10
- Dimensions des plaques: 200x200 mm

Matériau des plaques: acier inoxydable 304 + Polypropylène

- Plaques fournies avec filtres en tissus réutilisables spéciaux pour huiles végétales
- Surface de filtration par plaque: 0,64 m²
- Volume de la cellule: 6 litres (0,6 litre par plaque)
- Débit de la pompe à vis excentrique: max. 0,3 m³/h
- Fermeture: mécanique
- Contrôle de la pression et connecteur électrique CEKON 400V
- Filtre de sécurité: cartouche de 20", 1µm nominal

Filtre à papier jetable ou tissus lavable?

Compte-tenu de sa valeur, la clarification de l'huile ne peut tolérer des pertes résultant de filtres en papier qui devront être remplacés à intervalles réguliers. D'autre part la filtration sur filtre papier peut faire courir le risque d'une contamination par des résidus de chlore utilisés lors du blanchiment du papier filtre. Pour cette raison, nous proposons l'utilisation d'un filtre-presse à cellule avec filtres en tissus réutilisables.

Recyclage du gâteau de filtration

La filtration de l'huile permet de séparer les matières solides contenues dans l'huile, qui seront isolées sous forme d'une boue compacte. Cette boue peut être repassée dans la presse à vis afin d'en isoler son contenu résiduel en huile.



REPLISSEUSE

Remplisseuse à bec inox

Hygienne et économique, la remplisseuse à pression et à niveau constant avec bec en inox peut être utilisée à l'aide de différents kits d'adaptation aux divers formats et diamètres de flacons.

Kit d'adaptation mignonnettes

Kits d'adaptation pour flacons du type mignonnette.

Conditionnement de l'huile de figue de barbarie

La phase finale consiste à conditionner l'huile en bouteilles ou flacons, et pour ce faire, compte-tenu des faibles quantités, nous suggérons l'utilisation d'une remplisseuse à pression et niveau constant avec bec inox. Le conditionnement peut être réalisé en dehors de la période de récolte des figues, tout au long de l'année, au fur et à mesure de la commercialisation du produit.



Liste des équipements

Désignation des prestations	Prix unitaire H.T. (EUR)	Quantité	Total H.T. (EUR)
Tamis automatique Capacite environ 100 a 150 kg de pulpe par heure.	4 957	1	4 957
Secheur a froid par air deshydrate avec 6 paniers. Capacite environ 40kg de graines par cycle de 8 a 12h.	8 397	1	8 397
Condenseur avec recuperateur inox. Pour l'eau de vegetation evaporee.	1 456	1	1 456
Presse à vis bi-têtes pour graines dures avec	8 664	1	8 664

courroie crantée de rechange 10 Kg/h de graines			
Bidons inox bord interne lisse de 5 L ; 10 et 15 Litre avec Trepieds	326		326
Filtre-presse a cellule 10 plaques 20x20 mm a filtre lavable et reutilisable.	4 320	1	4 320
Remplisseuse à huile semi automatique avec accessoire pour mignonettes 20 mL	1 234	3	3 702
Séchoir à froid modèle 400 pour 1200 Kg de charge 52 824,00 52 824,00 1200 Kg / 24h (à choisir entre ce séchoir et celui mentionné ci-haut)	52 824	1	52 824
Total			84 646

FICHE PROJET N°8

Fiche N°	08
Nom du Projet	Production de Confiture de raquettes de figue de Barbarie
Description	Ligne de production de Confiture de raquettes de figue de Barbarie
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
	Confiture de figue de Barbarie

Gamme des produits	
Matières premières	<p>Raquettes (cladodes) jeunes de figue de Barbarie Autres ingrédients : sucre; jus de citron; zeste de citron , de carraghénane (agent gélifiant) , de la pectine (épaississant)</p> <p>Consommables : Bocaux en verre, Cartons</p>
Principaux fournisseurs	<p>AXIOMA TECHNIFRUIT</p>
Liste des équipements	<p>Tables de brossage en acier inoxydable Couteaux Réservoir de prétraitement Cuve de baluchement Cuve de mélange à double paroi Boule de concentration Remplisseuse Encapsuleuse</p>
Capacité de production	Capacité de transformation : Environ 100 Kg
Ressources humaines	<p>1 Cadre 1 technicien supérieur 9 Ouvriers</p>
Marché	<ul style="list-style-type: none"> • Marché Tunisien : <ul style="list-style-type: none"> - Les Grandes Surfaces dans les rayons Produits de Santé - Les boutiques de produits Para-pharmaceutiques • Marché d'export : <ul style="list-style-type: none"> - Les grandes surfaces et les épiceries fines des pays européens tels que la France, la Suisse, la Russie, l'Allemagne (produits destinés à une clientèle aisée responsable exigeant les valeurs et les qualités nutritionnelles et de santé extrinsèques au produit) - Les grandes surfaces des pays asiatiques tels que la Chine, le Japon , la Corée, - Les hôtels, les restaurants étoilés, les grandes surfaces des pays de golfe (Arabie Saoudite, les

Emirats Arabe Unis, Qatar)

FICHE PROJET N°9

Fiche N°	09
Nom du Projet	Production de confiseries de raquettes de figue de Barbarie
Description	Ligne de production de confiseries de raquettes de figue de Barbarie
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Gamme des produits	Confiserie de figue de Barbarie
Matières premières	Raquettes (cladodes) jeunes de figue de Barbarie Sirop Film de polypropylène
Principaux fournisseurs	AXIOMA TECHNIFRUIT
Liste des équipements	Tables de tri en acier inoxydable / en plastique Réservoir de lavage Tables de brossage en acier inoxydable Couteaux Cuve à double paroi pour le pré-traitement l'immersion de cladode dans l'hydroxyde de calcium pour enlever les mucilages Cuve de lavage Cuve de blanchiment Confiseur (réservoir de confisage) Table pour l'emballage des bonbons
Capacité de production	Capacité de transformation : Environ 100 Kg
Ressources humaines	1 Cadre 1 technicien supérieur 9 Ouvriers
Marché	<ul style="list-style-type: none"> • Marché Tunisien : <ul style="list-style-type: none"> - Grande Surfaces , hypermarchés - Epicerie fines - Epicerie • Marché d'Export :

	<ul style="list-style-type: none"> - Les grandes surfaces et les épiceries fines des pays européens tels que la France, la Suisse, la Russie, l'Allemagne, Belgique - Les grandes surfaces des pays asiatiques tels que la Chine, le Japon , la Corée du Sud
--	--

FICHE PROJET N°10

Fiche N°	10
Nom du Projet	Production noplitos en saumure / marinées
Description	Ligne de production Production nopalitos en saumure / marinées
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Gamme des produits	Nopalitos en saumure / Nopalitos marinés
Matières premières	Raquettes (cladodes) jeunes de figue de Barbarie Autres ingrédients : oignon, carotte, baie , poivre Saumure à 2% De NaCl Bocaux en verre
Principaux fournisseurs	AXIOMA
Liste des équipements	2 tables de tri en acier inoxydable / en plastique 1 Cuve de lavage 2 Tables de coupe 1 Cuve de blanchiment 1 Cuve de mélange 1 Remplisseuse 1 Autoclave de stérilisation des bocaux 1 Table d'emballage en acier inoxydable
Capacité de production	Capacité de transformation : Environ 100 Kg
Ressources humaines	1 Cadre 1 technicien supérieur 9 Ouvriers
Marché	<ul style="list-style-type: none"> • Marché Tunisien :

	<ul style="list-style-type: none"> - Les restaurants étoilés, dans les centres touristiques où la clientèle est fervente de nouveautés et des produits exotiques. - Lignes nationales des transports aériens et marin - Les Grandes Surfaces <p>• Marché d'export :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les grandes surfaces et les épicerie fines des pays européens tels que la France, la Suisse, la Russie, l'Allemagne (produits destinés à une clientèle aisée cherchant la nouveauté et la découverte de nouveaux saveurs) - Les grandes surfaces des pays asiatiques tels que la Chine, le Japon , la Corée, - Les hôtels, les restaurants étoilés, les grandes surfaces des pays de golfe (Arabie Saoudite, les Emirats Arabe Unis, Qatar)
--	---

Liste des équipements

Désignation des prestations	Prix unitaire H.T. (EUR)	Quantité	Total H.T. (EUR)
Chaîne de traitement de raquettes en tranches composée de : <ul style="list-style-type: none"> - Bains de pré-lavage et lavage - Tapis de tri - Table de broissage - Appareil d'épluchage semi automatique - Appareil de 	252 467	1	252 467

découpe Tapis pour mise en pots - Tank de préparation saumure et additifs - Doseuse de saumure dans les pots Production: 2000 pots / jours			
Total			252 467

FICHE PROJET N°11

Fiche N°	11
Nom du Projet	Production Jus de cladode
Description	Ligne de production de jus de cladode
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Gamme des produits	Jus de cladode
Matières premières	Raquettes (cladodes) jeunes de figue de Barbarie Autres ingrédients : acide citrique Bouteilles Bocaux en verre
Principaux fournisseurs	AXIOMA
Liste des équipements	2 Table de triage et de désépinage 1 Réservoir de lavage 1 Table de découpe 1 Cuve de blanchiment 1 Presse : filtre-presse, presse à vis, ceinture presse 1 Cuve de mélange 1 Pasteurisateur : échangeur de chaleur à plaque 1 Remplisseuse 1 Encapsuleuse
Capacité de production	Capacité de transformation : Environ 100 Kg

Ressources humaines	1 Cadre 1 technicien supérieur 9 Ouvriers
Marché	<ul style="list-style-type: none"> • Marché Tunisien : <ul style="list-style-type: none"> - Les Grandes Surfaces dans les rayons Produits de Santé - Les boutiques de produits Para-pharmaceutiques • Marché d'export : <ul style="list-style-type: none"> - Les grandes surfaces et les épiceries fines des pays européens tels que la France, la Suisse, la Russie, l'Allemagne (produits destinés à une clientèle aisée responsable exigeant les valeurs et les qualités nutritionnelles et de santé extrinsèques au produit) - Les grandes surfaces des pays asiatiques tels que la Chine, le Japon , la Corée, - Les grandes surfaces des pays de golfe (Arabie Saoudite, les Emirats Arabe Unis, Qatar)

Liste des équipements :

Désignation des prestations	Prix unitaire H.T. (EUR)	Quantité	Total H.T. (EUR)
Unité de production et conditionnement de jus de 63 220,00 63 220,00 raquette 2T / jour soit 800L / jour de jus	63 220	1	63 220
Total			63 220

FICHE PROJET N°12

Fiche N°	12
Nom du Projet	Production de farine de raquette de figue de cladode
Description	Ligne de production de farine de cladode
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Gamme des produits	Farine de cladode
Matières premières	Raquettes (cladodes) jeunes de figue de Barbarie
Principaux fournisseurs	AXIOMA
Liste des équipements	2 Table de triage et de désépinage 1 Réservoir de lavage 1 Table de découpe Couteaux Tunnel de séchage Broyeur à couteaux
Capacité de production	Capacité de transformation : Environ 100 Kg
Ressources humaines	1 Cadre 1 technicien supérieur 8 Ouvriers
Marché	Poudre de cladode de figue de Barbarie destinée à la fabrication des produits pharmaceutiques, nutraceutiques à des fins thérapeutiques ainsi que des produits cosmétiques aussi bien pour les marchés locaux et d'export.

Liste des équipements

Désignation des prestations	Prix unitaire H.T. (EUR)	Quantité	Total H.T. (EUR)
Sécheur turbulent pour production de poudre de raquettes 152 300,00 152 300,00 1T/jour en input	152 300	1	152 300

Total			152 300
-------	--	--	----------------

Le sécheur turbulent, un appareil multi-fonctionnel

Le sécheur turbulent est un appareil permettant de réaliser un traitement de séchage discontinu sous vide et par lots, afin d'obtenir une poudre de granulométrie de 200 à 300 µm (proche de celle de la farine), que ce soit directement à partir de produits frais solides (de nature végétale ou animale), soit à partir de composés liquides (tels que des jus ou solutions).

Comme son nom l'indique, le sécheur turbulent agite beaucoup plus énergiquement le produit devant être séché comparativement à un évaporateur classique, tel qu'une boule de concentration, et sa capacité évaporatoire s'en trouve donc améliorée.

Son chargement, tout comme son déchargement, peuvent être effectués de façon manuelle.

Dans le cas des corps solides entiers, le sécheur turbulent ne nécessite pas d'étape de broyage préalable, car de par sa conception, il permet de réduire ces corps entiers en une bouillie semi-liquide, puis au fur et à mesure de l'avancement du procédé d'évaporation, en une poudre fine et sèche.

Dans le cas du séchage de liquide, afin d'optimiser l'utilisation du volume disponible, il est possible de réaliser un remplissage progressif sous vide à l'aide d'une conduite d'admission. De cette manière, il est possible de concentrer des solutions très diluées, tels que des jus et pulpes faiblement concentrées de fruits, légumes, ou autres végétaux, sans qu'il soit nécessaire de passer par une étape de préconcentration.

Après vidange de la poudre, on effectuera un nettoyage au Kärcher, suite auquel l'appareil est alors prêt pour un nouveau cycle de séchage.

Le sécheur turbulent peut également être mis en oeuvre pour d'autres utilisations, tel que l'extraction des arômes de fruits.



Données techniques

Dans le cas du modèle ST1500, les caractéristiques techniques sont les suivantes :



• Diamètre x hauteur : 1500 mm x 1700 mm

- Volume de la cuve : 1 m³
- Groupe de commande : 15 kW
- Parties en contact avec le produit : inox 304
- Surface évaporatoire : 4,3 m²

Construction

Le sécheur turbulent est constitué de :

- corps de séchage circulaire a double enveloppe.
- partie supérieure avant du bâti montée sur charnières pour permettre son basculement et donner accès à la chambre de séchage. (chargement, contrôle et nettoyage).
- partie inférieure du bâti munie de supports usinés pour appui des roulements et de la motorisation.
- dispositif d'agitation constitué par une hélice spécifique à l'application montée sur un arbre vertical en partie inférieure.
- différents degrés de polissage de la surface et des soudures internes en fonction de l'utilisation.
- trappe latérale permettant l'évacuation du produit séché.
- fond plat ou conique : le fond conique, plus cher à fabriquer, est plus propice à la vidange complète, mais en cas de vidange manuelle, le fond plat est adapté.
- groupe de commande constitué d'un motoréducteur à arbre creux.
- châssis support commun à l'ensemble du broyeur et de son groupe de commande réalisé en profilés d'acier soudés et largement dimensionnés.
- condenseur latéral à l'eau froide.

Pour son fonctionnement, le sécheur turbulent requiert : vide, vapeur, circuit d'eau et alimentation électrique. Le condenseur et la pompe à vide, ainsi que la régulation électrique, sont inclus dans la fourniture standard.

Capacité évaporatoire

La capacité évaporatoire du sécheur turbulent est variable et fera donc le plus souvent l'objet de tests dans un sécheur d'essais avant de déterminer les dimensions de l'appareil qui sera proposé.

Par exemple, dans le cas du modèle standard ST500, dont le volume de la cuve est de 1 m³, il est possible d'évaporer au minimum 100 litres d'eau par heure sur la base de calcul suivant, sachant que la concentration augmente progressivement au fur et à mesure de l'avancement du séchage :

- eau pure : 70 kg par m² et par heure, soit 300 kg par heure
- digestat à 8 % : 45 kg par m² et par heure, soit 185 kg par heure
- mix de légumes : 35 kg par m² et par heure, soit 150 kg par heure
- poisson : 25 kg par m² et par heure, soit 108 kg par heure

Bien entendu, plus la température est élevée, plus la capacité évaporatoire augmente, mais avec elle le risque de dégradation du produit séché, ce que l'on contrôlera également avec la régulation du vide.

Prenons l'exemple concret du séchage d'une quantité de 1000 kg de jus végétal de 16°Brix environ : il faut donc éliminer environ 80% d'eau pour obtenir une poudre sèche, soit 800 kg par jour, ce qui peut être réalisé en 8 heures au maximum, en traitant deux lots de 500 kg par jour.

Dans le cas de produits moussants, on utilisera la méthode du remplissage progressif, en alimentant le liquide par fraction de 50 à 100 litres à la fois toutes les 10 à 20 minutes, pendant quelques heures, jusqu'à obtenir un remplissage optimum en poudre sèche en fin de séchage.

Exemples d'utilisations

Farine complète de poisson

Les poissons entiers ou déchets de poissons frais sont introduits dans le sécheur turbulent. En fin de cycle de séchage, on obtient une farine complète de poisson qui, préparée dans de bonnes conditions, est source de protéines et de graisses pour l'alimentation humaine ou du



bétail.

Poudre de raquettes de cactus

Les cladodes (raquettes de cactus) entières, dont on aura enlevé les aiguilles (par brossage ou à l'aide d'un Kärcher par exemple), sont introduites entières dans le sécheur turbulent. En fin de cycle de séchage, on obtient la poudre de cladode, utilisée comme aliment nutritif pour le bétail, mais aussi comme complément diététique dans régimes amincissants.

Extraction des arômes

La méthode la plus économique pour extraire les arômes de fruits consiste à introduire les fruits entiers dans le sécheur turbulent, puis à évaporer de 10 à 20% de la quantité totale. Par exemple dans le cas du traitement d'une charge de 500 kg, on condensera à froid une quantité de 50 à 100 kg constituée essentiellement d'eau, mais aussi d'un faible pourcentage d'arômes sous forme d'huiles. Cette opération, répétée plusieurs fois, permet de récolter une quantité suffisante de distillat, que l'on maintiendra à froid jusqu'à séparation des deux phases, les arômes formant une couche huileuse superficielle que l'on pourra isoler par décantation. On peut aussi réaliser une extraction des arômes du distillat à l'aide d'un solvant à bas point d'ébullition.

FICHE PROJET N°13

Fiche N°	13
Nom du Projet	Production de colorant de figue de Barbarie
Description	Ligne de production de colorant de figue de Barbarie

Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Gamme des produits	Colorants
Matières premières	Fruits entiers de Figue de Barbarie
Principaux fournisseurs	AXIOMA
Liste des équipements	2Table de triage et de désépinage 1Réservoir de lavage 1Broyeur 1Presse à plaques 1 cuve de mélange Concentrateur sous-vide
Capacité de production	Capacité de transformation : Environ 1000 Kg
Ressources humaines	1 Cadre 1 technicien supérieur 8 Ouvriers
Marché	Utilisation du colorant naturel extraits à partir des fruits de figue de Barbarie dans l'industrie alimentaire en tant qu'additif

FICHE PROJET N°14

Fiche N°	14
Nom du Projet	Production de mucilage
Description	Ligne de production de mucilage
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Gamme des produits	Mucilage
Matières premières	Cladodes de 2-3 ans
Principaux fournisseurs	AXIOMA
Liste des équipements	2 Table de triage et de désépinage 1 Réservoir de lavage

	1 Broyeur 1 Cuve de mélange 1 Centrifugeuse 1 Concentrateur 1 Filtre
Capacité de production	Capacité de transformation : Environ 500 Kg
Ressources humaines	1 Cadre 1 technicien supérieur 8 Ouvriers
Marché	Les mucilages extraits de figue de Barbarie sont utilisés industriellement pour leurs propriétés épaississantes, adhésives et adoucissantes dans l'industrie alimentaire, cosmétiques.
Evolution de marché	
Observations	

**RESTITUTION DES EQUIPEMENTS NECESSAIRES A LA PRODUCTION DES
DIFFERENTS PRODUITS A BASE DE FRUITS / CLADODES DE FIGUE DE BARBARIE**

Désignation Des équipements	Prix unitaire H.T. (EUR)	Quantité	Total H.T. (EUR)
LIGNE DE PRODUCTION DE PURÉE DE FIGUE DE BARBARIE Capacité de transformation : Environ 750 kg/h en produit frais	102 500	1	102 500
LIGNE DE PRODUCTION DE CONFITURE Capacité de production : Selon type de produit	74 000	1	74 000
LIGNE DE CONDITIONNEMENT ET PASTEURISATION AUTOMATIQUE Capacité pouvant atteindre	351 000	1	351 000

de 500 à 600 litres/h en bocaux de 370 mL			
PRESSOIR A PAQUETS modèle 100 T2 Capacité 600 kg / heure	5 100	1	5 100
POMPE CENTRIFUGE INOX 1700 L/H 220 Volts mono	540	1	540
CUVES 535 LITRES PLAFOND MOBILE à fond plat			
inox 304 bouchonné extérieur, POLI MIROIR intérieur	1740	5	8 700
Unité de concentration de pulpe en sirop et mélasse composée de 3 boules de concentration + pompes de transfert et tuyauterie. Capacité de production 50 kg/j de mélasse ou sirop	173 825	1	173 825
Tank tampon 500 L avec réglage de température et agitation	19 523	3	58 569,00
Unité de conditionnement automatique de sirop et mélasses appareillage spécial pour produits visqueux (500 pots/h)	50 000	1	50 000
Pompes de tranfert pour produits visqueux	7 403	1	7 403

Tamis automatique Capacite environ 100 a 150 kg de pulpe par heure.	4 957	1	4 957
Secheur a froid par air deshydrate avec 6 paniers. Capacite environ 40kg de graines par cycle de 8 a 12h.	8 397	1	8 397
Condenseur avec recuperateur inox. Pour l'eau de vegetation evaporee.	1 456	1	1 456
Presse à vis bi-têtes pour graines dures avec courroie crantée de rechange 10 Kg/h de graines	8 664	1	8 664
Bidons inox bord interne lisse de 5 L ; 10 et 15 Litre avec Trepieds	326		326
Filtre-presse a cellule 10 plaques 20x20 mm a filtre lavable et reutilisable.	4 320	1	4 320
Remplisseuse à huile semi automatique avec accessoire pour mignonettes 20 mL	1 234	3	3 702
Séchoir à froid modèle 400 pour 1200 Kg de charge 1200 Kg / 24h	52 824	1	52 824
Cuves de fermentation de vinaigre	33 000	3	99 000

Remplisseuse à huile semi automatique avec accessoire pour mignonettes 20 mL	1 234	3	3 702
1 Chaîne de traitement de raquettes en tranches composée: 252 467,00 252 467,00 Bains de pré lavage et lavage Tapis de tri Table de broissage Appareil d'épluchage semi automatique Appareil de découpe Tapis pour mise en pots Tank de préparation saumure et additifs Doseuse de saumure dans les pots Production: 2000 pots / jours	252 467	1	252 467
Unité de production et conditionnement de jus de raquette 2T / jour soit 800L / jour de jus	63 220	1	63 220
Sécheur turbulent pour production de poudre de raquettes 1T/jour en input	152 300	1	152 300
Frais d'Engineering conception et montage	27 000	1	27 000
Frais d'approche	32 000		32 000
Lot de tuyauterie et accessoires de montage	52 348		52 348
Equipements pour la production confiserie	100 000		100 000 euro

Equipements pour la production de mucilage	103 055		103 055, 83 euro
Total			3 927 900 DT

TONNAGE DES PRODUITS ABASE DE FRUITS DE FIGUE DE BARBARIE A FABRIQUER

Rubrique	MP FIGUES DE BARBARIE (Tonnes)	Figues de barbarie Emballées (tonnes)	Production de pulpe de figue de Barbarie (tonnes)	Production de confiture de figue de Barbarie (tonnes)	Production de Jus de figue de Barbarie (litres)	Production de sirop de figue de Barbarie (tonnes)	Production d'huiles de graines de figues de Barbarie	PRODUCTION De farine de graine de figue de Barbarie (tonnes)	Production de Mélasse de figue de Barbarie (tonnes)	Production de vinaigre de figue de Barbarie (litre)
2015	1400 tonnes	100 tonnes	840 tonnes	202 tonnes	152000 litres	8,4 tonnes	1400 Litre	84 tonnes	8,4 tonnes	150 000 litres
2016	1400	100	840	202	152 000	8,4	1400	84	8,4	150 000
2017	1700	120	1020	245	184 000	17	1700	102	17	165 000
2018	1700	120	1020	245	184 000	17	1700	102	17	165 000
2019	2200	140	1320	317	238 000	22	2200	132	17	182 000
2020	2200	140	1320	317	238 000	22	2200	132	22	182 000
2021	2800	160	1680	404	303 000	28	2800	168	22	200 000
2022	2800	160	1680	404	303 000	28	2800	168	22	200 000

TONNAGE DES PRODUITS A FABRIQUER A BASE DE CLADODE DE FIGUE DE BARBARIE

Rubrique	MP CLADODES (tonnes)	Production de confiture de raquette de figue de Barbarie (tonnes)	Production de confiseries de raquettes de figue de Barbarie (tonnes)	production de napolitos en saumure et marinés (tonnes)	Production de jus de cladode(litre)	production de farine de raquette de figue de Barbarie (tonnes)	Production de mucilage((Kg)
2015	280 tonnes	51 tonnes	20 tonnes	45 tonnes	51 000 litres	21 tonnes	280 Kg
2016	280	51	20	45	51 000	21	280
2017	420	76	30	68	76 000	30	420
2018	420	76	30	68	76 000	30	420
2019	420	76	30	68	76 000	30	420
2020	560	100	40	90	100 000	40	560
2021	560	100	40	90	100 000	40	560
2022	560	100	40	90	100 000	40	560

LES PREVISIONS DE RECETTES DES PRODUITS A FABRIQUER (DT)

Rubrique	MP FIGUES DE BARBARIE	Figues de barbarie Emballées	Production de pulpe de figue de Barbarie	Production de confiture de figue de Barbarie	Production de Jus de figue de Barbarie	Production de sirop de figue de Barbarie	Production d'huiles de graines de figues de Barbarie	PRODUCTION De farine de graine de figue de Barbarie	Production de Mélasse de figue de Barbarie	Production de vinaigre de figue de Barbarie
2015	210 000	1 000 000	840 tonnes	8 555 554	4 256 000	772 800	2 380 000	420 000	159 581	9 120 000
2016	220 000	1 030 000	840	8 983 331	4 377 600	806 400	2 499 000	441 000	164 280	9 600 000
2017	280 500	1 272 000	1020	10 480 547	5 446 400	1 700 000	3 185 800	562 224	342 201	11 088 000
2018	294 100	1 308 000	1020	11 024 991	5 612 000	1 768 000	3 343 900	590 274	352 310	11 616 000
2019	398 200	1 570 800	1320	14 969 435	7 473 200	2 376 000	4 453 000	802 032	469 480	13 468 000
2020	418 000	1 615 000	1320	15 673 879	7 687 400	2 464 000	4 769 600	842 028	483 531	14 196 000
2021	557 200	1 900 000	1680	20 985 551	10 059 600	3 248 000	6 372 800	1 125 096	633 967	16 400 000
2022	585 200	1 955 200	1680	23 955 551	10 302 000	3 360 000	6 689 200	1 181 208	646 301	17 200 000

Rubrique	MP CLADOSES	Production de confiture de raquette de figue de Barbarie	Production de confiseries de raquettes de figue de Barbarie	production de napolitos en saumure et marinés	Production de jus de cladode	production de farine de raquette de figue de Barbarie	Production de mucilage
2015	28 000	816 000	560 000	616 635	1 173 000	1 470 000	5 880
2016	28 000 tonnes	841 500	576 000	644 316	1 208 190	1 484 700	6 048
2017	43 260	1 292 000	888 000	1 019 997	1 854 400	2 142 210	9 324
2018	43 260	1 330 000	912 000	1 066 360	1 900 000	2 163 630	9 576
2019	44 520	1 368 000	936 000	1 112 724	1 957 000	2 185 260	9 828
2020	59 360	1 850 000	1 440 000	1 554 542	2 650 000	2 942 800	13 496
2021	59 360	1 900 000	1 485 000	1 636 360	2 720 000	2 972 200	13 888
2022	64 040	1 950 000	1 530 000	1 718 178	2 800 000	3 001 920	14 280

ETUDE DE RENTABILITE DU PROJET INTEGRE

Schéma d'investissements et de financement

Investissement	Montants	Financement	Montants
Terrain	250 000 DT	Capital social	2 218 470
Génie civil / aménagement	2 500 000 DT	Crédit à long et à moyen terme	5 176 430
Equipement industriel	3 924 900 DT		
Equipement de bureau et informatique	20000 DT		
Matériel de Laboratoire	50 000 DT		
Matériel de transport	150 000 DT		
Besoin en fonds de roulement	500 000 DT		
Autres.....			
Total	7 394 900		7 394 900

Schéma de rentabilité du projet

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CA	31 305 450	32 662 365	41 283 103	42 997 041	53 150 759	58 182 276	71 452 462	76 318 118
Matière Première / Consommable	14 087 452	14 698 064	18 577 396	19 348 668	23 917 841	26 182 024	32 153 607	34 343 153
Marge Brute sur coût Matière	17 217 998	17 964 301	22 705 707	23 648 373	29 232 918	32 000 252	39 298 855	41 974 965
Autres charges d'exploitation	2 817 490	2 937 812	3 715 479	3 869 733	4 783 568	5 236 404	6 430 721	6 868 630
Valeur ajoutée	14 400 508	15 026 489	18 990 228	19 778 640	24 449 350	26 763 848	32 868 134	35 106 335
Charges sociales	172 200	175 644	220 422	224 830	242 760	247 615	255 612	260 724
Excédant Brut d'Exploitation	14 228 308	14 850 845	18 769 806	19 553 810	24 206 590	26 516 233	32 612 522	34 845 611

PLAN DE DEVELOPPEMENT ET DE VALORISATION DE LA FIGUE DE BARBARIE AU GOUVERNORAT DE KASSERINE

Amortissement	538 920	538 920	538 920	538 920	538 920	538 920	538 920	538 920
Résultat Brut d'exploitation	13 689 388	14 311 925	18 230 886	19 014 890	23 667 670	25 977 313	32 073 602	34 306 691
Charges financières	517 643	465 878	410 029	369 288	323 259	300 033	270 030	243 027
Résultat des activités ordinaires avant impôts	13 171 745	13 846 047	17 820 857	18 645 602	23 344 411	25 677 280	31 803 572	34 063 664
Impôts	3 292 936	3 461 511	4 455 214	4661400	5 836 102	6 419 320	7 950 916	8 515 916
Résultat net de l'exercice	9 878 809	10 384 536	13 365 643	13 984 202	17 508 309	19 257 960	23 852 656	25 547 748
Cash flow = capacité d'autofinancement	10 417 729	10 923 456	13 904 563	14 523 122	18 047 229	19 796 880	24 391 576	26 086 668

Principaux ratios de Rentabilité du projet

Taux de rentabilité interne	140%
Taux de rentabilité interne	9 mois

ANNEXES

Liste des tableaux

Tableau n° 1 : Changements physiques et de composition du fruits de figue de Barbarie pendant le maturation (le mûrissement)

Tableau n°2 : Composition chimique de fruit de figue de Barbarie (g/ 100 g de produit)

Tableau n°3 : Composition chimique de pulpe de figue de Barbarie g / [100 g] de fruit)

Tableau n°4 : Composition minérale de pulpe de figue de Barbarie g [100 g]-1 edible part)

Tableau n° 5 : la variation de la composition de raquettes à différents âges .

Tableau n°6 : Caractéristiques technologiques de pulpe de fruit de figue de Barbarie

Tableau n°7 : Produits alimentaires, sous-produits et additifs obtenus à partir de fruit de figue de Barbarie et des cladodes

Tableau n°8 : Classification des aliments selon le PH

Tableau n°9 : Formulation basique fruit séché de figue de Barbarie

Tableau n°10 : Caractéristiques physiques et chimiques des fruits de figue de Barbarie séchées

Tableau n°11 : Analyses chimiques et physiques de deux produits de vinaigres produits à partir de fruits de figue de Barbarie

Tableau 12 : Effets des types de films plastiques sur les cladodes fraîches coupées et réfrigérées à 4 et 10 °C

Tableau n° 13 : Effets de la température sur des cladodes fraîchement coupées après 15 jours de réfrigération

Tableau n°14 : Caractéristiques de farine de cladode de figue de Barbarie

Tableau n°15 : Composition chimique de mix en poudre pour la préparation de flan (dessert)

LISTE DES DIAGRAMMES

Diag n°1 : Diagramme de fabrication de Confiture de figue de Barbarie

Diag n°2 : Diagramme de fabrication de jus de fruit de figue de Barbarie

Diag n°3 : Diagramme de fabrication des édulcorants de fruits de figue de Barbarie

Diag n°4: Diagramme de fabrication de feuilles déshydratés de feuilles de figue de Barbarie

Diag n°5 : Diagramme de fabrication de Pulpe de fruit de figue de Barbarie congelée

Diag n°6 :Diagramme de fabrication de l'huile de graine de figue de Barbarie

Diag n°7 : Diagramme de fabrication de Confiture de Cladode de figue de Barbarie

Diag n°8 : Diagramme de fabrication de Confiserie de cladodes de figue de Barbarie

Diag n°9 : Diagramme de fabrication traditionnelle de cladodes en saumure

Diag n°10 : Diagramme de fabrication de Cladodes marinées

Diag n°11 : Diagramme de fabrication de Jus de Cladode

Diag n°12 : Diagramme de fabrication de Farine de cladode

Diag n° 13 : Les facteurs influençant la qualité du produit de l'approvisionnement à la distribution

Diag n°14 : Diagramme de Fabrication d'extrait de cochenille et de carmin

Diag n°15 : Diagramme de fabrication de pigments colorants à partir de fruit de figue de Barbarie Violet

Diag n°16 : Diagramme d'extraction de mucilage à partir de cladode de figue de Barbarie

Liste des PHOTOS

Photo n°1 : Fruits de figue Barbarie de couleurs différentes

Photo n°2 : Cladodes cristallisées

Photo n°3 : Produits à base de cladodes en saumure ou marinés

Figure 2 Exemples de transformation industrielle à base de fruits et des cladodes de figue de Barbarie

Photo n°4 : Les fruits de figues de Barbarie à l'arrivée de l'usine

Photo n°5 : Types de systèmes de transport de for cladodes tendres (wooden box and paca)

Photo n°6 : Brossage des épines de figue de Barbarie

Photo n°7 : Machines de brossage des épines de figue de Barbarie

Photo n°8 : Triage manuel des fruits de figue de Barbarie

Photo n°9 : Enlèvement des épines des cladodes

Photo n°10 : Presses d'extraction du jus Juice extraction presses: (a) Frame hydraulique (b) Tube hydraulique (c) Filtre presse

Photo n°11 : Echangeur de chaleur

Photo n°12 : Assortiment de Jus produits à partir de fruits de Figue de Barbarie à différentes couleurs

Photo n°13 : jus de fruits concentrés , sirop, arropo

Photo n°14 : Séchoir électrique pour fabrication des feuilles déshydratées

Photo n°15 : Tunnel de séchage à air forcé

Photo n°16 : Les cladodes coupés et production des farines de cladodes de figues de Barbarie

Photo n° 17 : Extrait de mucilage à partir de cladode de figue de Barbarie

